

Resilientere Unternehmen, nachhaltigeres Wirtschaften – Lösungsansätze in Business und IT

Jürgen Schwille, Tobias Straub, Wolf Wenger (Hrsg.)



Resilientere Unternehmen, nachhaltigeres Wirtschaften – Lösungsansätze in Business und IT

Jürgen Schwille, Tobias Straub, Wolf Wenger (Hrsg.)

Herausgeber:

Prof. Dr. Jürgen Schwille

Prof. Dr. Tobias Straub

Prof. Dr. Wolf Wenger

Studienzentrum Wirtschaftsinformatik
Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart

Rotebühlplatz 41
70178 Stuttgart

www.dhbw-stuttgart.de

1. Auflage 2024 – eBook

Eine gedruckte Version des Werks ist unter der ISBN 978-3-384-26994-2 im Verlag tredition erschienen.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Autorinnen und Autoren sowie die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder die Autorinnen und Autoren noch die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Bildnachweise: Umschlaggestaltung unter Verwendung einer Aufnahme von Tama66 (<https://pixabay.com/de/photos/pflanze-asphalt-gegenlicht-natur-5383435/>); S. XI „success factor“ by M. Oki Orlando from Noun Project; ; S. 41 „Green IT“ by diavd from Noun Project; S. 61 „Technology“ by LeonartStudio from Noun Project (<https://thenounproject.com>)

Geleitwort



Liebe Leser:innen,

herzlich willkommen zu den Ergebnissen des Integrationsseminar 2023 der DHBW Stuttgart zur spannenden und herausfordernden Aufgabe – die Erforschung und Gestaltung der Zukunft, in der Künstliche Intelligenz und andere digitale Technologien eine zentrale Rolle spielen.

Mein Name ist Dr. Marco Fleckner, ich arbeite bei der Porsche AG im neu gegründeten CAR-IT Ressort und verantworte dort den Bereich Data, AI und IT-Architektur. Mit der Gründung des Vorstandsressorts CAR-IT zur Entwicklung von Infotainment- & Connect-Funktionen reagiert Porsche auf eine Welt, die sich in einem rasanten Wandel befindet. Begriffe wie Digital Health, Flexicurity, Shared Mobility oder Smart Cities sind mehr als nur Trends – sie sind die Eckpfeiler einer neuen Ära, die unser Leben und Arbeiten revolutionieren wird. Der Einsatz von KI wird vieles verändern – umso wichtiger ist es, dass wir uns frühzeitig mit den Chancen und Risiken auseinandersetzen, um die richtige Strategie in der bereits begonnenen Transformation zu beschreiten.

Als langjähriger Begleiter dieses Integrationsseminars ist es für mich immer wieder bereichernd und motivierend zu sehen, welche großartigen Ideen die Studierenden entwickeln und wie intensiv sie sich mit den praxisnahen Fragestellungen auseinandersetzen, die sowohl unternehmerische Aspekte umfassen als auch einen wertvollen Beitrag zur Gestaltung unserer immer weiter voranschreitenden digitalen Gesellschaft leisten.

Lassen Sie sich von der Vielfalt der Themen inspirieren und erleben Sie, wie Studierende die Chance ergreifen, aktiv die Zukunft mitzugestalten. Der Spirit unserer Studierenden ist entscheidend: „Seid mutig, kreativ und kritisch – denn die Welt von morgen wartet auf Eure innovativen Ideen und klugen Lösungen“.

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre dieses Sammelbands und spannende Entdeckungen!

Mit besten Grüßen,

Dr. Marco Fleckner

Porsche AG, CAR-IT, Data & Architecture Vehicle Services

Vorwort der Herausgeber

Vor sich haben Sie den nunmehr fünften Band in unserer Reihe von Sammelbänden mit Beiträgen aus unserem Integrationsseminar. Dieses kleine Jubiläum macht uns etwas stolz, denn wieder einmal haben die Autorinnen und Autoren, die im Moment der Veröffentlichung bereits ihren Bachelor of Science Wirtschaftsinformatik erfolgreich erworben haben, sich intensiv mit aktuellen gesellschaftlichen, unternehmerischen und technischen Fragestellungen auseinandergesetzt.

Die Corona-Pandemie und der Ukrainekrieg haben Unternehmen branchenübergreifend vor vielfältige Herausforderungen gestellt, die sich in gefährdeten Lieferketten, steigenden Rohstoffkosten oder einer wachsenden Zahl von Cyberangriffen zeigten. Daher sind wir der Frage nachgegangen, was Unternehmen tun können, um ihren Erfolg langfristig zu sichern. Die in die folgenden drei Tracks gegliederten Beiträge zeigen, dass Nachhaltigkeit viele Facetten haben kann.

- *Erfolgsfaktoren resilienter IT-Strategien* – Globale Lieferketten bedeuten eine Abhängigkeit der hiesigen Produktion und Anfälligkeit für Störungen, andererseits eine gesellschaftliche Verantwortung für die internationale Wertschöpfung. Wie Digitalisierung neue und nachhaltige Geschäftsmodelle fördern kann, wird in diesen Beiträgen beleuchtet.
- *Green IT: Konzepte und Anwendungsfälle* – Schätzungen gehen davon aus, dass der Anteil von Rechenzentren und Kommunikationsinfrastrukturen am Gesamtenergieverbrauch in wenigen Jahren auf bis zu 20% steigen könnte. Dieser Trend wird durch energiehungrige Anwendungen wie etwa Künstliche Intelligenz noch weiter befeuert.
- *Technologie als Enabler für Nachhaltigkeit und Resilienz* – Vorgestellt werden Anwendungsbeispiele u.a. von Künstlicher Intelligenz, Blockchains und Low Code. Auch die Cybersicherheit als wichtige Grundvoraussetzung für den Einsatz von IT in kritischen Bereichen wird hier betrachtet.

Ohne die vielfältige Unterstützung unserer dualen Partner als Ideengeber für die untersuchten Fragestellungen und unseren kompetenten Lehrbeauftragten, die die Studierenden während ihres Abschlussessemesters engagierten betreuten, wäre dieser Sammelband nicht zustande gekommen.

Das Highlight dieser Lehrveranstaltung war auch diesmal wieder die große abschließende Poster Session in der Stuttgart Connectory der Robert Bosch GmbH, welche Herr Rück und Herr Eberle ermöglichten und mitorganisierten.

Ihnen allen gebührt daher unser großer Dank.

Stuttgart, im Juni 2024

*Jürgen Schwille
Tobias Straub
Wolf Wenger*

Mitwirkende

Matthias Becker,
Bundesamt für Sicherheit in der
Informationstechnik

Tuyen Cao,
Capgemini Deutschland GmbH

Patrick Eberle,
Robert Bosch GmbH

Benjamin Espe,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Dr. Marco Fleckner,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Dr. Nico Friederich,
Landeskirche in Württemberg

Christian Gärtner,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Bastian Gehring,
BMC Software GmbH

Tim Grundmann,
Robert Bosch GmbH

Tobias Häuptle,
NTT DATA Deutschland GmbH

Katharina Joos,
Robert Bosch GmbH

Stefanie Kaiser,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Anna Kühner,
Creditplus AG

Tim Liske,
Capgemini Deutschland GmbH

Dr. Robert Maderitsch,
Allianz Investment Management SE

Fabio Mandel,
Robert Bosch GmbH

Constanze Peters,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Philipp Reutter,
Robert Bosch GmbH

Tobias Riedel,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Lenny Rook,
Robert Bosch GmbH

Lukas Schildbach,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Timo Schmelzle,
Volkswagen AG

Karen Schulze,
msg DAVID GmbH

Daly Singh,
Robert Bosch GmbH

René Stärk
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Jeremy Teichmann,
Robert Bosch GmbH

Dr. Arthur Vetter,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Dr. Matthias Zehetmayer,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Resilientere Unternehmen, nachhaltigeres Wirtschaften – Lösungsansätze in Business und IT

Track 1: Erfolgsfaktoren resilienter IT-Strategien

Stärkung der Supply Chain Resilienz durch Digitalisierung.....	1
<i>Adrian Adams, Louis Krautter, Tim Scheit</i>	
Automobilhersteller mit satten Gewinnen trotz Krisen: Schein- oder echte Resilienz?	8
<i>David Eisinger, Tim Simons</i>	
Wie kann IT bei der Einführung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz unterstützen?	14
<i>Eva-Maria Gerblich, Kiara Hämmerle, Svenja Tertünte</i>	
Beratung im Wandel: Herausforderung und Chancen von neuen Technologien und Geschäftsmodellen für eine zukunftsfähige Unternehmensberatung	20
<i>Sophia Hamberger, Benedikt Baur, Pia Seiz</i>	
Resilience of Disruptive Business Models – One-Hit-Wonder Character or the Start of a Resilient Company?.....	34
<i>Lukas Jacke, Simon Lohmeyer, Moritz Walgern</i>	

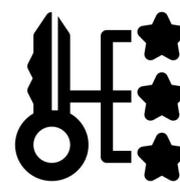
Track 2: Green IT: Konzepte und Anwendungsfälle

Big Data und Green IT – ein Widerspruch?.....	43
<i>Jannik Schaaf, Tobias Ossa, David Mutschler</i>	
Die Nachhaltigkeit von New Work auf dem Prüfstand.....	49
<i>Patrick Bienia, Till Stadelmann, Julian Schäfer</i>	
Konzept zur Unterstützung des Einsatzes KI-basierter Software für Energiemanagement im industriellen Kontext.....	55
<i>Patrick Micko, Daniela Bauer, Felix Krings</i>	

Track 3: Technologie als Enabler für Nachhaltigkeit und Resilienz

Konzeptionierung einer Blockchain und IT-Architektur zur Speicherung von Fahrzeugpapieren.....	63
<i>Patrick Bauer, Martin Karbaum, Hendrik Aschmies</i>	
Moderne Technologien für klassische Fahrzeuge: Digitale Betriebsanleitung für Porsche Classics	68
<i>Lena Dalke, Emma Sieder, Katharina Novak</i>	
Konzept eines sicheren IoT Campus zur Steigerung der Produktivität.....	74
<i>Julia Zuch, Aaron Lust, Manuel Gulz</i>	
Erfolgsfaktoren für die nachhaltige Nutzung von Low-Code-/No-Code-Lösungen	80
<i>Sophie Schubsky, Nicole Tiefenbach, Sarah Grözingler</i>	
KI-gestützter Übersetzungsdienst für die Bosch-Gruppe.....	86
<i>Nils Damm, Noah Haußmann, Johanna Gäckle</i>	

Track 1: Erfolgsfaktoren resilienter IT-Strategien



Stärkung der Supply Chain Resilienz durch Digitalisierung

Adrian Adams
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
adrian.adams@porsche.de

Louis Krautter
Alfred Kärcher SE & Co. KG
Winnenden, Deutschland
louis.krautter@de.kaercher.com

Tim Scheit
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
tim.scheit@porsche.de

Abstract—In dieser Arbeit wird untersucht, wie die Resilienz und Transparenz von Supply Chains durch den Einsatz digitaler Plattformen zur Vernetzung beteiligter Akteure verbessert werden können. Angesichts der aktuellen Halbleiterkrise gewinnt dieses Thema immer mehr an Bedeutung, da ineffiziente und intransparente Supply Chains dazu beigetragen haben, die Krise zu verschärfen. Nach einer Einführung in die Herausforderungen und Schwachstellen von aktuellen Supply Chain-Strukturen, konzentriert sich die Arbeit auf die Potenziale von Supply Chain Control Towers (SCCT). Hierfür werden technische und fachliche Aspekte der SCCT erläutert und ihre Relevanz für die Erhöhung der Transparenz und Resilienz von Supply Chains dargestellt. Ein praxisnahes Anwendungsbeispiel im Bereich des Bedarfs- und Kapazitätsmanagements illustriert, wie durch die Vernetzung von Systemen verschiedener Akteure in der Supply Chain ein effizienterer Abgleich von Bedarf und Kapazität erreicht werden kann. Abschließend wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und Möglichkeiten in diesem Bereich gegeben. Die erlangten Erkenntnisse deuten darauf hin, dass der gezielte Einsatz digitaler Plattformen eine Schlüsselrolle bei der Transformation und Optimierung von Supply Chains spielen kann, insbesondere in Zeiten von Krisen und Unsicherheiten. Daher unterstreichen sie die Notwendigkeit einer fortlaufenden digitalen Transformation der Supply Chains, um deren Resilienz und Transparenz in einer zunehmend vernetzten und volatilen Wirtschaftswelt zu stärken.

Keywords—Supply Chain Resilienz, Supply Chain Transparenz, Supply Chain Digitalisierung, Supply Chain Control Tower, Bedarfsmanagement, Kapazitätsmanagement

I. EINFÜHRUNG

Lieferengpässe, verlängerte Lieferzeiten oder gestiegene Transportkosten - die Lieferketten von Unternehmen wurden in den vergangenen Jahren in einem noch nie dagewesenen Maße gestört. Die Auswirkungen sind global zu vernehmen, betreffen die Gesellschaft in sämtlichen Lebenslagen und stellen Organisationen vor gewaltige Herausforderungen. Ein Kernbestandteil der Stärkung von Lieferketten ist die Optimierung ihrer Resilienz durch die transparente Gestaltung und Digitalisierung. Resilienz steht hierbei für die Fähigkeit, unbekannte oder unkontrollierbare Ereignisse vorzubeugen. [1] Vielfältige Ansätze mit unterschiedlichen Technologien und Handlungsbereichen können helfen, die Verwundbarkeit einer Supply Chain zu minimieren und eine Toleranz gegenüber externen Störfaktoren aufzubauen.

Insbesondere der Mangel an Halbleitern ist seit dem Ausbruch der Covid-19 Pandemie allgegenwärtig und begleitet verschiedenste Industrien über Jahre. Um die Problematik zukünftig besser zu kontrollieren und vorzubeugen, gilt es die Transparenz und Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Lieferanten zu intensivieren. Eine Möglichkeit ist dabei die Digitalisierung und Vernetzung der Lieferketten.

Hinsichtlich der aufgeführten Problemstellung wird für die vorliegende Arbeit nachfolgende Forschungsfrage formuliert, welche als Orientierung für die weiteren Untersuchungen und Forschungen dient: „Wie kann die Resilienz und die Transparenz einer Supply Chain durch das gezielte Einsetzen von digitalen Plattformen zur Vernetzung beteiligter Akteure in der Supply Chain gesteigert werden?“

Als Grundlage der Forschung und Praxisbeispiel dient der Halbleitermangel in der Automobilindustrie. Die Entstehung und Auswirkungen dessen werden nachfolgend dargestellt, um anschließend den Lösungsansatz einer digitalen Plattform zwischen Herstellern und Lieferanten zu erläutern. Anhand eines Anwendungsbeispiels aus dem Bedarfs- und Kapazitätsmanagement (BKM) eines OEMs wird der Lösungsansatz abschließend hinsichtlich Potenzialen und Herausforderungen analysiert.

Halbleiter sind Hauptbestandteil von Mikrochips. Diese werden in Autos zum Beispiel in Steuergeräten für Antriebs-, Brems- und Assistenzsystemen sowie Airbags oder das Infotainmentsystem verbaut. Damit sind sie zentrale Bauteile eines modernen Autos. Wenn Hersteller nicht genug Chips erhalten, kann dies zu Verzögerungen bis hin zur Stilllegung der Produktion führen. [2]

Die globale Halbleiterkrise führte im Jahre 2021 in der Automobilindustrie aufgrund von Lieferunterbrechungen und dem daraus resultierenden Bullwhip-Effekt zu einem Rückgang des weltweiten Produktionsvolumens um etwa 9,5 Millionen Fahrzeuge. [3]

Die Entstehung des Halbleitermangels in der Automobilindustrie ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Ein Faktor ist die Covid-19 Pandemie, welche bei den Automobilherstellern zu Produktionsausfällen führte. Entsprechend wurden die Bestellungen bei den Lieferanten der Halbleiter reduziert oder sogar teilweise storniert. Zudem hat zur gleichen Zeit eine Nachfrageverschiebung stattgefunden. Während der Pandemie stieg die Nachfrage nach Elektronikprodukten für die Unterhaltungs- und Kommunikationsindustrie, wie Laptops, Tablets oder Smartphones, was auf den plötzlichen Umschwung auf die Homeofficearbeit abzuleiten ist. Die Halbleiterhersteller richteten so ihre Kapazitäten verstärkt auf die Produktion von Halbleitern für Chips für diese Art von Geräten aus. Dies führte zu einer begrenzten Verfügbarkeit von Halbleitern für die Automobilindustrie, welche nach wie vor anhält. Ein weiterer Faktor ist die Komplexität und Langfristigkeit der Lieferkette. Die Automobilindustrie ist Teil einer komplexen globalen Lieferkette. Die Bestellung von Halbleitern erfolgt oft Monate im Voraus, da es eine Vorlaufzeit für die Produktion und Lieferung gibt. Hierbei haben komplexe Chips Vorlaufzeiten von sechs bis neun Monaten. Als die Nachfrage nach Fahrzeugen wieder anzog, konnten die Hersteller nicht schnell genug auf diese reagieren und ihre

Bestellungen anpassen. Zusätzlich findet eine Konsolidierung des Marktes statt, wodurch weniger Anbieter auf dem Markt verblieben sind und höhere Abhängigkeiten in der Lieferkette entstehen. Die Kombination dieser und weiterer Faktoren führte zur Entstehung des Halbleitermangels. [2] [4]

Die Auswirkungen der Halbleiterkrise waren weltweit spürbar und betrafen viele Automobilunternehmen. Produktionsausfälle, Lieferkettenunterbrechungen, Umsatzverluste und Preiserhöhungen sind einige der Folgen. Die Automobilindustrie musste 2021 einen globalen Produktionsrückgang von neun Prozent vermelden. Sofern keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden, führt die Halbleiterproblematik laut Verband der Automobilindustrie global bis 2026 zu einem Produktionsrückgang von 20 Prozent. Die Nachfrage an Halbleitern steigt in allen Branchen, ist in der Automobilindustrie aber 1,7-Mal höher als im Durchschnitt (Wachstumsfaktor 3). Die Folge ist eine noch höhere Nachfrage, welche gedeckt werden muss. [5] Der Halbleitermangel verdeutlicht die Bedeutung einer resilienten Lieferkette und die Herausforderungen, die mit einer globalisierten Supply Chain verbunden sind.

II. HERAUSFORDERUNGEN IN DER SUPPLY CHAIN

Die enormen Herausforderungen der globalen Wertschöpfungsketten resultieren aus ihrer Komplexität, wobei der Begriff "Transparenz" eine entscheidende Rolle spielt, um ihre Resilienz zu stärken. Die grundlegende Schaffung von Transparenz über Bestände, Lieferzeiten oder Abweichungen sowie aufbauend darauf die lückenlose Verfolgung von Warenströme, Sendungen und Aufträgen in der Supply Chain ist ein zentraler Punkt. Diese Transparenz ermöglicht es Abweichungen und potenzielle Leistungsstörungen schon im Vorfeld zu Identifizierung und umgehend darauf zu reagieren. Um diese Transparenz schaffen zu können, müssen Informationen zwischen allen Beteiligten in der Lieferkette weitergegeben bzw. ausgetauscht werden. Eine weitere Herausforderung ist, dass die Daten in nahezu Echtzeit zur Verfügung stehen müssen. Um diese Herausforderungen und Verbindungen in der Lieferkette zu meistern, können die Potenziale der Digitalisierung ausgeschöpft werden. [6] [7]

III. LÖSUNGSANSATZ DIGITALE PLATTFORMEN

Digitale Plattformen haben das Potenzial, die Resilienz und Transparenz von Lieferketten maßgeblich zu verbessern. Sie fungieren dabei als ein zentraler Knotenpunkt, der verschiedene Akteure in einer Supply Chain miteinander verbindet. Sie bieten dabei die Möglichkeit, Informationen in Echtzeit zu sammeln, zu verarbeiten und zu verteilen. Hierdurch wird eine bessere Koordination und Zusammenarbeit ermöglicht, welche zu einer höheren Effizienz und Reaktionsfähigkeit führt. [8]

Durch die Konsolidierung von Daten aus verschiedenen Quellen in einem Tool können Unternehmen einen detaillierten Überblick über ihre Lieferketten erhalten. Dies kann unter anderem Informationen über Lieferanten, Produktionsstätten, Lagerbestände, Lieferzeiten umfassen. Durch diese erhöhte Transparenz können Unternehmen fundierte Entscheidungen treffen und ihre Planungsgenauigkeit erhöhen. Beispielsweise kann die Überwachung der Leistung von Lieferanten optimiert werden sowie Engpässe und Ineffizienzen in der Supply Chain identifiziert werden. Weiterhin können Muster und Zusammenhänge erkannt werden, die sonst verborgen bleiben

würden. Hierdurch wird es Unternehmen ermöglicht, Risiken besser zu erkennen und sich frühzeitig auf auftretende Störungen einzustellen. Bei plötzlichen Veränderungen im Lieferantennetzwerk, wie beispielsweise Lieferausfällen, kann die Plattform in Echtzeit Lösungen vorschlagen, indem sie alternative Lieferanten und Routen identifiziert oder optimierte Produktionsszenarien erstellt. Dies minimiert Ausfallzeiten und reduziert die negativen Auswirkungen auf die Geschäftstätigkeit. Die Maßnahmen können außerdem zu einer verbesserten Lieferantenbeziehung führen, da beide Seiten Zugang zu aktuellen Informationen haben. Dies führt zu einer besseren Kommunikation zwischen den Beteiligten, wodurch sich Probleme effizienter lösen lassen.

A. Supply Chain Control Tower

Ein weit verbreiteter Ansatz zur Digitalisierung von Supply Chains in Unternehmen stellt der sogenannte Supply Chain Control Tower (SCCT) dar. [9] Capgemini definiert einen SCCT als „eine zentrale Drehscheibe mit der erforderlichen Technologie, Organisation und den Prozessen zur Erfassung und Nutzung von Lieferkettendaten, um eine bessere Transparenz für kurz- und langfristige Entscheidungen zu schaffen, die mit den strategischen Zielen in Einklang stehen“. [1] In der Praxis werden SCCTs meist als Cloudbasierte Dashboard-Lösungen implementiert, welche über Daten, wichtige Geschäftskennzahlen und Ereignisse in der gesamten Lieferkette informieren. [10] Hierfür werden Daten aus verteilten Systemen mit externen Ereignisinformationen korreliert, um verwertbare Einblicke in potenzielle Störungen zu liefern. Jedes bei einem Lieferanten bestellte Produkt, jede an einen Kunden ausgelieferte Sendung, jedes erstellte Dokument, alle angefallenen Kosten und jedes Ereignis, das in der Wertschöpfungskette von der Bestellung bis zur endgültigen Lieferung auftritt, wird im SCCT erfasst, organisiert und gespeichert. In-Transit-Bestände auf Teile-Ebene können ebenfalls vom Control Tower erfasst werden. Auf diese Weise wird ein umfangreicher Bestand an wertvollen Lieferketteninformationen geschaffen, der eine durchgängige Kontrolle der Lieferkette ermöglicht. [1] Außerdem wird die Resilienz gestärkt und Störungen vermieden, indem in Echtzeit intelligente Warnungen und Verbesserungsvorschläge gegeben werden.

B. Datenerfassung und -integration

Um eine umfangreiche Datenerfassung zu ermöglichen, ist es von hoher Bedeutung, möglichst viele für die Lieferkette relevante Systeme an den SCCT anzubinden. Hierunter fallen zum einen interne Systeme wie Enterprise Resource Planning (ERP), Lagerverwaltungssysteme (WMS) oder Transportmanagement Systeme (TMS). Außerdem können externe Daten von Lieferanten, Kunden, Logistikdienstleistern oder sogar Wetter- und Verkehrsdaten stammen. [8]

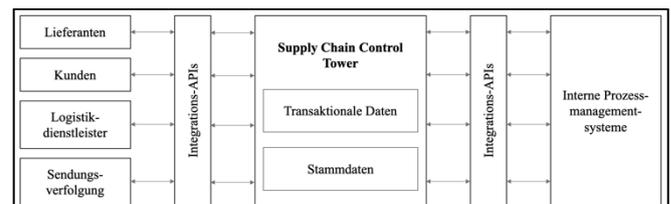


Abb. 1. Supply Chain Control Tower Architektur [11]

Die Anbindung der Systeme kann über standardisierte Datenschnittstellen (API) oder über Electronic Data

Interchange (EDI) umgesetzt werden. APIs sind Software-Schnittstellen, die es verschiedenen Systemen ermöglichen, miteinander zu kommunizieren und Daten auszutauschen. Sie können genutzt werden, um in Echtzeit Daten von verschiedenen Systemen zu sammeln, beispielsweise um Informationen über den Status einer Sendung von einem TMS zu erhalten (siehe Abbildung 1). Eine der am häufigsten verwendeten API-Protokolle stellt die REST-Architektur (Representational State Transfer) dar, welche auf dem Client-Server Prinzip basiert und einen sicheren Informationsaustausch zum Beispiel über das Internet ermöglicht. [12]

EDI hingegen ist ein elektronisches Standardformat, welches der Übertragung von Bestellungen, Rechnungen und anderen Geschäftsdokumenten zwischen Unternehmen dient. Bei EDI-Transaktionen werden Informationen direkt zwischen den Systemen zweier Unternehmen übertragen. EDI-Standards definieren dabei Position und Reihenfolge der Informationen innerhalb eines Dokumentenformats. Die Übertragung findet über Internet-Übertragungsprotokolle wie SFTP, AS2 oder SOAP statt. EDI löst Papierdokumente ab und sorgt so für eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis. Aus diesem Grund wird es häufig in der Lieferkette verwendet, um den Informationsfluss zwischen Lieferanten, Herstellern, Distributoren und Einzelhändlern zu unterstützen. [13]

Ein wesentliches Element bei der Datenübertragung ist die Datenstandardisierung und -transformation, um sicherzustellen, dass die Daten aus verschiedenen Quellen in einem einheitlichen Format vorliegen und korrekt interpretiert werden können. JSON und XML sind gängige Datenformate, die für den Informationsaustausch in der Supply Chain verwendet werden können.

Außerdem können IoT-Geräte (Internet of Things) wie RFID-Tags, Sensoren und GPS-Tracker verwendet werden, um Daten in Echtzeit zu sammeln. Beispielsweise kann mit einem GPS-Tracker die genaue Position einer Sendung in Echtzeit ermittelt werden, um so Verzögerungen frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls eine Warnmeldung auszugeben. Sensoren sind hilfreich, um den Zustand der Sendung zu überwachen, in dem sie Feuchtigkeit, Temperatur oder Erschütterungen überwachen. Die Integration all dieser Daten stellt eine bedeutende technische Herausforderung dar, weswegen die Implementierung Schritt für Schritt in einem iterativen Prozess erfolgen sollte. [14]

C. Datenauswertung

Die Analyse und Auswertung der gesammelten Daten ist ein wichtiger Bestandteil eines SCCTs. Nachdem die Daten aus verschiedenen Quellen aggregiert und transformiert wurden, müssen sie anschließend verarbeitet werden, um wertvolle Informationen und Erkenntnisse zu gewinnen und daraus Vorhersagen und Handlungsempfehlungen zu generieren. Der Prozess der Datenauswertung umfasst folgende Techniken und Methoden:

1) Deskriptive Analyse

Diese Methode beschreibt retrospektiv, was in der Lieferkette geschehen ist. Sie nutzt historische Daten, um Trends, Muster und Abweichungen zu identifizieren.

2) Diagnostische Analyse

Diese Methode untersucht die Ursachen eines Sachverhaltes. Sie nutzt Algorithmen, um Korrelationen und Kausalitäten

zwischen verschiedenen Datenpunkten zu finden und Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu identifizieren.

3) Prädiktive Analyse

Diese Methode versucht Vorhersagen über die Zukunft zu treffen. Sie nutzt statistische Modelle und maschinelles Lernen, um auf Basis historischer und aktueller Daten Prognosen zu erstellen.

4) Präskriptive Analyse

Diese Methode generiert Handlungsempfehlungen. Sie nutzt komplexe Algorithmen und maschinelles Lernen, um verschiedene Szenarien zu simulieren und die besten Handlungsoptionen zu identifizieren. Außerdem können automatisierte Entscheidungssysteme mit Vorhersage- und Warnsystemen verknüpft werden, um schnell auf Probleme zu reagieren. Beispielsweise könnte ein Warnsystem automatisch eine zusätzliche Bestellung bei einem anderen Lieferanten auslösen, wenn es feststellt, dass ein Lieferant seine Lieferung nicht pünktlich erfüllen kann. Aus technischer Sicht kann dies durch die Nutzung von APIs und Web-Diensten erreicht werden, die es dem SCCT ermöglichen, Aktionen in anderen Systemen auszulösen. [15]

D. Big Data

Um die großen Mengen an Daten, welche in SCCTs gebündelt werden, effizient verarbeiten zu können, kommen Methoden aus den Bereichen Big Data und Machine Learning zum Einsatz. Ein gängiges Big Data Framework stellt dabei Apache Hadoop dar. Hadoop verwendet das Hadoop Distributed File System (HDFS), um Daten über mehrere Knoten in einem Cluster zu speichern, wodurch es sich ideal für die Speicherung von großen Mengen an Daten eignet. Die Daten sind redundant auf den Knoten verteilt, um Datenverlust zu vermeiden. Für Echtzeit-Datenverarbeitung wird häufig Apache Kafka verwendet. Kafka ist ein verteiltes Streaming-System, das in der Lage ist, große Mengen von Echtzeit-Daten zu verarbeiten. Es eignet sich optimal für Anwendungen, die eine schnelle Verarbeitung von Streaming-Daten erfordern, wie z.B. eine Echtzeit-Analyse der Lieferkettendaten in einem SCCT. [16]

Neben Hadoop und anderen Big Data-Technologien werden in Supply Chain Control Towers oft auch NoSQL-Datenbanken wie MongoDB oder Cassandra verwendet. Diese eignen sich für die Speicherung von semi-strukturierten Daten und bieten eine hohe Skalierbarkeit und Flexibilität. Für maschinelles Lernen können Tools wie Apache Mahout oder TensorFlow verwendet werden. Diese bieten Algorithmen und Frameworks für den Bau von ML-Modellen, die zum Beispiel für Vorhersagen oder Mustererkennung in den Daten verwendet werden können. Exemplarisch kann ein SCCT einen Algorithmus nutzen, der Lieferungen priorisiert und optimiert, basierend auf Faktoren wie Kundenpriorität, Kosten und Lieferzeiten. Ein anderes Beispiel könnte ein Algorithmus sein, der automatisch Lieferanten auswählt oder umdisponiert, basierend auf deren Performance, Kosten und Risikobewertungen. Aufgrund der hohen Komplexität bei der Implementierung von ML-Algorithmen existieren in SCCTs häufig vordefinierte Anwendungsfälle für Machine Learning wie Nachfrage- oder Angebotsvorhersage, welche bei Bedarf an die eigenen Gegebenheiten angepasst werden können. [10]

E. Kommunikation

In einer modernen Supply Chain sind häufig viele verschiedene Stakeholder beteiligt, darunter Lieferanten, Hersteller, Logistikdienstleister und Kunden. Die Effizienz

und Leistung der gesamten Lieferkette hängt davon ab, wie gut diese Parteien zusammenarbeiten und kommunizieren. Ein SCCT kann auch bei dieser Aufgabe unterstützen. Zum einen können Daten in Echtzeit freigegeben werden, wodurch alle relevanten Parteien auf die gleichen, aktuellen Daten zugreifen können. Hierdurch wird bei den Beteiligten eine konsistente Sicht auf die Supply Chain sichergestellt, was Entscheidungen auf Grundlage aktueller Informationen ermöglicht. Zum anderen beinhalten viele SCCT-Lösungen beinhalten außerdem Aufgabenmanagementsysteme, so dass Aufgaben, die verschiedene Stakeholder betreffen, koordiniert und in Echtzeit nachverfolgt werden können. Zusätzlich können Alarm- und Benachrichtigungssysteme implementiert werden. Diese senden automatisch Benachrichtigungen oder Alarme an relevante Stakeholder, wenn bestimmte Ereignisse eintreten oder Bedingungen erfüllt sind. Dies könnte beispielsweise der Fall sein, wenn es eine Verzögerung in der Lieferkette gibt oder wenn der Bestand eines bestimmten Artikels niedrig ist. Technologien wie WebSocket oder MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) können verwendet werden, um eine kontinuierliche, bidirektionale Kommunikation zwischen dem SCCT und externen Systemen zu ermöglichen. [11]

IV. ANWENDUNGSBEISPIEL IM BEDARFS- UND KAPAZITÄTSMANAGEMENT

Die Produktionsprozesse in der Automobilindustrie sind von hoher Komplexität geprägt. Für die Herstellung eines Fahrzeugs gilt es tausende Bauteile zu beschaffen, zu transportieren und weiterzuverarbeiten. Insbesondere der Trend der Mass Customization sowie die steigende Kundennachfrage hinsichtlich weitreichenden Individualisierungsmöglichkeiten sorgt für eine sich zunehmend vergrößernde Varianz an Bauteilen. Ein teilweise unvorhersehbares Kundenverhalten in Kombination mit der Anzahl an benötigten Bauteilen, macht eine permanente Lagerhaltung dieser unmöglich. Folglich entsteht ein umfangreiches und komplexes Lieferantennetzwerk in der Supply Chain mit hohen Anforderungen an Reaktionsgeschwindigkeit sowie Zuverlässigkeit. Um Lieferengpässe zu verhindern, gilt es das Netzwerk zu kontrollieren und abzusichern. Ziel ist es, diese Herausforderung mittels moderner technologischer Lösungen möglichst effizient und zuverlässig zu bewältigen.

A. Exkurs Bedarfs- und Kapazitätsmanagement

Die benötigten Bauteile können entlang der Wertschöpfungskette nicht vollständig und dauerhaft vorgehalten werden. Daher ist für den Hersteller und dessen Zulieferer eine zuverlässige Materialbedarfsplanung mit anschließendem Kapazitätsmanagement von großer Bedeutung. Mit diesen Kompetenzen wird sichergestellt, dass die für die Fahrzeugaufträge benötigten Bauteile, in korrekter Menge, rechtzeitig geliefert werden können. [17]

Um die Lieferungen bestimmen sowie die Bestellungen tätigen zu können, nutzen die Hersteller verschiedene IT-Systeme. Die Materialplanung ist häufig in das ERP-System des Herstellers eingebettet, aus welchem ebenfalls die Lieferabrufe an die Zulieferer übermittelt werden.

Tritt der Fall ein, dass eine Lieferanforderung seitens des Lieferanten unter Normalbedingungen nicht erfüllt werden kann, wird über Sonderprozesse versucht, diese zu ermöglichen. In Betracht kommende Reaktionen hierauf sind Sonderschichten in der Produktion auf Seiten des Zulieferers

oder die Suche nach alternativen Zulieferern. Jedoch sind Sondermaßnahmen für alle Akteure einer Lieferbeziehung eine Herausforderung, welche mit Mehraufwand und -kosten verbunden ist. Insbesondere Beschaffungsprozesse für Bauteile, welche für den Aufbau eines Fahrzeugs relevant sind, sind besonders kritisch zu betrachten, da ein Lieferengpass schlimmstenfalls zu Bandstillständen führen kann. Um etwaigen Sonderprozessen oder Lieferengpässen vorzubeugen, sind die Akteure entlang der Supply Chain bemüht, einen regelmäßigen Abgleich der Anforderungen und Kapazitäten durchzuführen. Mittels eines manuellen Austausches können Differenzen in einem festgelegten Horizont erkannt werden und folglich Gegenmaßnahmen initiiert werden. Durch die hohe Anzahl an Bauteilen sowie das damit entstehende Netzwerk aus Lieferanten, stellt die Umsetzung des BKM eine große Herausforderung für die Hersteller dar. Während die Vielzahl an Lieferbeziehungen nur mit hohem Aufwand nachverfolgt werden können, werden etwaige Gegenmaßnahmen möglicherweise zu spät eingeleitet.

B. Erweiterung BKM durch digitale Plattformen

Mithilfe einer digitalen, gemeinsamen und übergreifenden Planung können Sonderprozesse und Lieferengpässe vorgebeugt sowie benötigte Kapazitäten für die manuelle Durchführung des BKM reduziert werden.

Sämtliche Akteure entlang der Supply Chain betreiben eigene ERP-Systeme zur Materialbedarfsplanung und stehen dazu mit mindestens einem Lieferanten bezüglich der vorhandenen Lieferkapazität im Austausch. Eine naheliegende Lösung ist es, die bestehenden Systeme der Akteure zu vernetzen, um einen direkten Datenaustausch zu ermöglichen und weitere Synergien zu nutzen. Ein digitaler Supply Chain Control Tower verfolgt dieses Ziel.

Im Hinblick auf das Anwendungsbeispiel des Bedarfs- und Kapazitätsmanagement ergibt sich die Möglichkeit, die voraussichtlichen Bedarfe und Kapazitäten der Akteure abzugreifen und innerhalb der digitalen Plattform automatisiert abzugleichen.

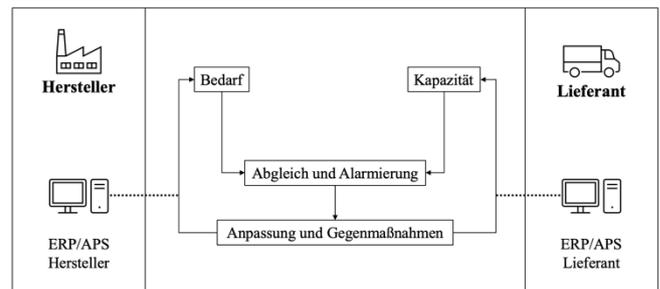


Abb. 2. Automatisierung BKM [18]

Abbildung 2 visualisiert die grundlegende Funktionsweise der Digitalisierung und Automatisierung des BKM zwischen dem Hersteller und einem direkten Zulieferer. Die gemeinsame Anwendung wird dabei mit Daten aus den ERP-Systemen der Akteure gespeist. Diese beinhalten die jeweiligen Mengenangaben mit zugehörigem Datum. Je nach Ausgestaltung der Lieferbeziehung können hierbei unterschiedliche Granularitäten oder Zeithorizonte gewählt werden. Ein Abgleich der Daten ist beispielsweise tagesgenau über einen Horizont von wenigen Wochen möglich oder auf Basis von Kalenderwochen über mehrere Monate hinweg. Diese werden in die gemeinsame Anwendung übertragen und

automatisiert abgeglichen. Stimmen die gemeldeten Daten nicht überein, bzw. ist der gemeldete Bedarf höher als die vorhandene Kapazität, wird automatisch ein Alarm ausgelöst sowie ein Bedarf einer nötigen Anpassung gemeldet.

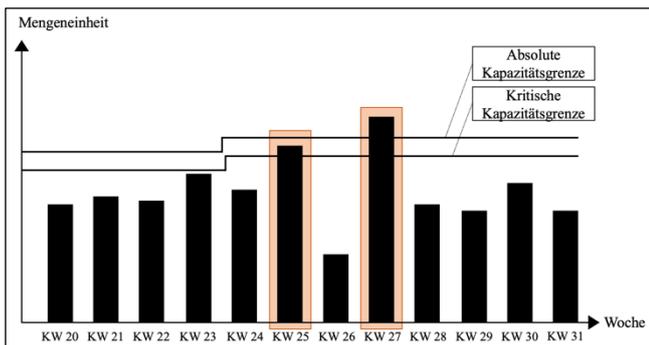


Abb. 3. Anwendungsbeispiel BKM [18]

Abbildung 3 zeigt eine beispielhafte Visualisierung des BKM. Dabei befinden sich auf der Y-Achse die Mengeneinheiten und auf der X-Achse die jeweilige Zeiteinheit. In diesem Anwendungsbeispiel findet der Vergleich anhand von Kalenderwochen statt. Die Balken stellen den voraussichtlichen Bedarf eines Materials des Herstellers in den kommenden Wochen dar. Dieser wird mithilfe einer Materialbedarfsplanung basierend auf dem Produktionsprogramm ermittelt und aus dem ERP-System in die BKM-Anwendung übertragen. Die voraussichtliche Kapazität des Lieferanten wird anhand der Linien abgebildet. In diesem Beispiel wird dabei ein Schwellwert als kritisch hinterlegt sowie ein absolutes Maximum festgelegt. Als kritische Grenze kann beispielsweise ein Schwellwert vermerkt werden, ab dem die geforderten Materialien lieferbar sind, jedoch möglicherweise nicht mit gewohntem Qualitätsstandard oder verbunden mit Mehrkosten. Je nach Lieferbeziehung und Gegebenheiten des Lieferanten können diese Eigenschaften individuell festgelegt, bzw. nicht berücksichtigt werden. Das absolute Maximum kennzeichnet die maximal abrufbare Lieferkapazität in dem zugehörigen Zeitintervall. Wird dieses bei einem Lieferabruf überschritten, kann die geforderte Menge nicht erfüllt werden und es kommt in der Folge zu Lieferengpässen. Im obigen Beispiel werden die genannten Grenzen in Kalenderwoche 25, bzw. 27 überschritten. Im zweiten Fall wird die absolute Kapazitätsgrenze überschritten, sodass es ohne weitere Handlungen zu einer Unterversorgung der Produktion kommt. Mittels Aktualisierung der Daten durch Hersteller oder Lieferant wird eine solche Situation durch den automatisierten Abgleich sofort erkannt. Folglich ist beispielsweise eine frühzeitige Anpassung des Produktionsprogramms möglich, sodass die bevorstehenden Materialabrufe gleichmäßiger verteilt werden. Ist eine Anpassung des Programms nicht möglich, lassen sich die benötigten Materialien vorzeitig liefern und zwischenlagern, um einen Engpass zu vermeiden.

C. Chancen und Potenziale

Wie in den vorherigen Abschnitten erwähnt, dient die Vernetzung der Systeme sowie der automatisierte Abgleich der Bedarfs- und Kapazitätsdaten insbesondere dem frühzeitigen Erkennen von möglichen Lieferengpässen. Unabhängig von Mitarbeitenden aus dem Supply Chain Management findet mit jeder Aktualisierung der zugrundeliegenden Daten eine Auswertung statt, welche mögliche Probleme in der Versorgung unmittelbar erkennt.

Durch das Ergreifen von Gegenmaßnahmen können Lieferengpässe verhindert werden. Folglich werden finanzielle Schäden insbesondere auf Seiten des Herstellers vermieden, da ein Lieferengpass für diesen eine stillstehende Produktion oder hohe Nacharbeitskosten verursacht. Zusätzlich profitiert aber auch der Lieferant, da dieser durch die Reterminierung der Materialabrufe keine Bestellungen verliert. Dadurch steigert dieser den Anteil an erfüllten Lieferungen. Die gestärkte Lieferbeziehung durch die Vernetzung ist daher von beidseitigem Vorteil.

Auf Basis der Alarmierung bei potenziellen Engpässen gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Behebung des Problems. In der Realität kann die benötigte Anpassung des Produktionsprogramms aufgrund eines Bauteils erneut Herausforderungen bzgl. der Versorgung anderer Bauteile hervorrufen. Ebenfalls kann es im Fall eines Lieferengpasses in einer Periode günstiger sein, in vorherigen Perioden mehr Teile zu beschaffen und diese zu lagern, als Produktionsstillstände oder Nacharbeitskosten zu verursachen. Weiterführend wäre zu entscheiden, ob die im Voraus beschafften Materialien im eigenen Bestand gehalten werden können oder ob eine externe Lagerung dieser notwendig ist. Es lässt sich festhalten, dass eine Vielzahl an Variablen zu optimieren ist, welche sich gegenseitig beeinflussen. Mithilfe präskriptiven Situationsanalysen können Handlungsempfehlungen generiert werden, welche die verschiedenen Einflüsse berücksichtigen. Mögliche Änderungen des Produktionsprogramms und dessen Auswirkungen auf die Liefersituationen können miteinbezogen werden, sodass Mitarbeitende der operativen Produktionsplanung optimierte Handlungsanweisungen vorgeschlagen bekommen.

Ein präventives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement agiert mit einer möglichst großen Vorschau an Daten. Je größer diese Datenbasis ist, desto früher lassen sich eventuelle Probleme erkennen. Ein weiterer Vorteil der Digitalisierung des BKM ist, dass sich mithilfe prädiktiver Vorhersagen die Vorschauhorizonte erweitern lassen. Auf Grundlage von historischen Daten lassen sich Muster in der Entwicklung von Materialbedarfen erkennen. Auf Basis dieser können Vorhersagen getroffen werden, wie sich zukünftige Bedarfe und Kapazitäten entwickeln. Diese Werte unterliegen zwar einer gewissen Unsicherheit, jedoch verbessern diese die Transparenz und können eine Indikation für bevorstehende Herausforderungen in der Lieferkette darlegen.

Ziel der Visualisierung ist die einfache Erkennung von möglichen Überschneidungen von Bedarf und Kapazität. Mitarbeitende im Bereich des Supply Chain Managements können innerhalb kürzester Zeit einen Überblick über die zukünftige Versorgungslage gewinnen. Insbesondere für Materialien, welche für die Produktion besonders wichtig sind, sowie deren Versorgung kritisch ist, kann auf Grundlage der Daten ein Business Intelligence Reporting erstellt werden. Mithilfe dessen kann die Lieferantenbeziehung detailliert überwacht werden.

Als weiteren Vorteil lässt sich die gesteigerte Effizienz innerhalb des Supply Chain Managements aufführen. Durch ein hohes Level an Automatisierung entfällt eine Vielzahl an manuellen Prozessen zur Überwachung der Lieferbeziehungen. In Kombination mit präskriptiven Handlungsempfehlungen übernimmt die SCCT ein Großteil der Aufgaben im BKM. Lediglich eine geringe Anzahl an Personen zur Kontrolle der digitalen Anwendung wird

benötigt, um die Handlungen und Vorschläge zu verifizieren. Auf Seiten des Herstellers sind somit hohe Einsparungen an Personalkosten zu realisieren.

D. Herausforderungen

Um das aufgeführte Anwendungsbeispiel in der Praxis umzusetzen, sind einige Hürden zu bewältigen. Grundlegend muss eine technische Lösung für den SCCT oder spezifische Anwendungen, wie für das BKM, erstellt werden. Ein Lösungsansatz bietet dabei das kollaborative und öffentlich geförderte Datenökosystem Catena-X. [19] Aber auch private Anbieter wie beispielsweise Kinaxis bieten technische Lösungen an, um entsprechende Überwachungen der Lieferbeziehungen durchzuführen. [20] Die Einbindung aktueller Daten der Akteure stellt dabei eine Hürde dar. Um stets auf Grundlage einer konsistenten und aktuellen Datenbasis rechnen und planen zu können, ist eine Schnittstelle zu den Quellsystemen von Hersteller und Lieferant essenziell. Über diese kann ein automatisierter Datenaustausch stattfinden, um ohne manuellen Aufwand die Datengrundlage in der Plattform zu aktualisieren. Für den Datenaustausch müssen Regeln definiert werden, in welchen Intervallen welche Daten aktualisiert werden. Diese Schnittstellen herzustellen und die Daten zu kombinieren kann aufgrund unterschiedlicher Gegebenheiten der Quellsysteme herausfordernd sein. Einerseits müssen unterschiedliche Systemstandards berücksichtigt werden, während andererseits die Datenformate und -bezeichnungen übereinstimmen müssen. Diese müssen ggf. transformiert werden, um in der Plattform weitere Berechnungen zu ermöglichen. Für die Erstellung einer solchen digitalen Plattform bedarf es einem engen Austausch über Ziele und Anforderungen. Diese Kommunikation muss mithilfe von fachlicher und technischer Expertise aus den beteiligten Unternehmen umgesetzt werden. Sind in einer Lieferbeziehung beispielsweise mehrere Lieferanten oder Logistikdienstleister involviert, steigt der Aufwand der gemeinsamen Einbindung dieser.

Die Digitalisierung und Automatisierung des BKMs dient vorrangig dem OEM. Im Vergleich zu den Lieferanten überwiegen die Auswirkungen im Falle eines Lieferengpasses deutlich, sodass die Hersteller bemüht sind, die Lieferbeziehung zu pflegen und zu kontrollieren. Durch die Anbindung der Daten aus den Quellsystemen der Lieferanten wird die Transparenz und die Kontrolle der Hersteller weiterhin gesteigert. Das im Vergleich dazu meist geringere Interesse des Lieferanten an einer digitalen Plattform wird durch die damit verbundenen Aufwendungen verstärkt. Die Erstellung der Plattform sowie Bereitstellung und Transformation der Daten benötigt finanzielle Mittel. Fragwürdig ist insofern, ob eine Finanzierung der Entwicklung durch den Lieferanten unterstützt wird. Dem Lieferanten wird zwar um den manuellen Aufwand des BKMs erleichtert, jedoch erhält dieser kaum zusätzliche Vorteile. Die bereitgestellten Daten des Herstellers hinsichtlich zukünftiger Bedarfe erhält dieser auch ohne die digitale Plattform. Somit stellen die Einbindung und Überzeugung der Lieferanten nicht zu vernachlässigende Faktoren bei der Umsetzung einer digitalen Plattform dar.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Der Trend der zunehmenden Digitalisierung bietet den beteiligten Akteuren sowie den Endkunden vielseitige Chancen und ermöglicht Potenziale. Durch verschiedene

technologische Ansätze kann die Transparenz sowie die Kommunikation über die gesamte Lieferkette verbessert werden.

Die eingänglich beschriebene Forschungsfrage „*Wie kann die Resilienz und die Transparenz einer Supply Chain durch das gezielte Einsetzen von digitalen Plattformen zur Vernetzung beteiligter Akteure in der Supply Chain gesteigert werden?*“ kann anhand des aufgeführten Fallbeispiels beantwortet werden. Mithilfe der digitalen Plattform kann die Transparenz der Lieferantenbeziehungen sowie die Effizienz des Bedarfs- und Kapazitätsmanagement deutlich gesteigert werden. Durch die Automatisierung der Datenabgleiche ist es möglich Engpässe unverzüglich zu erkennen und gezielt Gegenmaßnahmen einzuleiten. Die Resilienz der Lieferketten wird folglich gestärkt.

Die Umsetzung dessen ist jedoch mit teils hohen Aufwänden verbunden. Herausforderungen wie die technische Umsetzung der Plattform, die Datenanbindung sowie das Engagement der beteiligten Partner müssen bewältigt werden. Eine Umsetzung des aufgeführten Fallbeispiels bietet sich daher primär bei Materialien mit besonders hohem Stellenwert oder bei kritischer Versorgungslage an. Teile, die für den Aufbau eines Automobils relevant sind, können gezielt überwacht werden, sodass die Häufigkeit und Intensität von Lieferengpässen reduziert werden. Standardisierte Plattformen und Frameworks wie Catena-X können hierbei die Entwicklung und den Einsatz der digitalen Anwendungen unterstützen, jedoch erfordern diese weitere Entwicklungen und finanzielle Investitionen.

Die aktuellen Technologien bieten bereits vielversprechende Möglichkeiten, die gemeinsamen Handlungen entlang der Lieferkette zu optimieren. Somit können unternehmensinterne Prozesse verschlankt werden, womit wiederum Kosten eingespart werden können. Aber auch die Endkunden profitieren durch weniger Engpässe und Preisschwankungen bei den Gütern. Durch weitere fortschrittliche Technologien lassen sich die Effekte nochmals verstärken. Beispiele hierfür sind die Integration von Umweltdaten für Absatz- und Lieferprognosen oder ein proaktives und vollständig automatisiertes Risikomanagement, um möglichen Problemen in der Supply Chain vorzubeugen. Auch die Dokumentation der Lieferkette mittels der Blockchain-Technologie bietet künftig Möglichkeiten, die Transparenz zu steigern, und somit beispielsweise ein aktives und transparentes Nachhaltigkeitsmanagement zu betreiben.

Schlussfolgernd lässt sich festhalten, dass digitale Plattformen, welche als Teil eines SCCT fungieren können, einen Mehrwert für das Zusammenspiel einer Lieferkette bieten. Die Herausforderungen bei der Implementierung sind mithilfe von ausführlichen Anforderungsdefinitionen sowie investitionsbereiten Partnern zu lösen. Mit einer korrekten Umsetzung dieser können Eigenschaften, wie die Transparenz, Zuverlässigkeit, Effizienz sowie die Resilienz langfristig gesteigert werden.

VI. LITERATUR

- [1] G. Bhosle und P. Kumar. „Global Supply Chain Control Towers.” https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Global_Supply_Chain_Control_Towers.pdf (Zugriff am: 21. Juni 2023).
- [2] C. Köllner, „Das müssen Sie zur Halbleiter-Krise wissen,“ 2022. Zugriff am: 8. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.springerprofessional.de/halbleiter/halbleitertechnik/das-muessen-sie-zur-halbleiter-krise-wissen/19356172>
- [3] Verband der Automobilindustrie, „Halbleiterkrise: Voraussetzungen für künftige Relevanz, Kompetenz und Resilienz für Europa,“ Berlin, 2023. Zugriff am: 8. Juli 2023.
- [4] Statista. „Halbleiterindustrie.” <https://de.statista.com/statistik/studie/id/6252/dokument/halbleiterindustrie-statista-dossier/> (Zugriff am: 8. Juli 2023).
- [5] Schumann Hannes. „Halbleiternachfrage in der Automobilindustrie wird sich bis 2030 verdreifachen.” https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2023/230126_PM_Studie_Bis_2026_drohen_wegen_Halbleitermangel_weltweit-20-Prozent_weniger_produzierte_Fahrzeuge (Zugriff am: 8. Juli 2023).
- [6] L. Fend und J. Hofmann, *Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020.
- [7] P. H. Voß, *Logistik – eine Industrie, die (sich) bewegt*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015.
- [8] S. Zeisel, *Big Data und Data Science in der Strategischen Beschaffung: Grundlagen - Voraussetzungen - Anwendungschancen* (Essentials Ser). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6274701>
- [9] W. Hofman. „Control Tower Architecture for Multi – and Synchronmodal Logistics with Real Time Data.” https://www.researchgate.net/publication/274192485_Control_Tower_Architecture_for_Multi_-_and_Synchronmodal_Logistics_with_Real_Time_Data (Zugriff am: 30. Juni 2023).
- [10] IBM. „Was ist ein Supply-Chain-Control-Tower? | IBM.” <https://www.ibm.com/de-de/topics/control-towers> (Zugriff am: 6. Juli 2023).
- [11] M. Rölli, „Der Supply Chain Control Tower zur Steuerung des Transport-Managements,“ *Wirtsch Inform Manag*, Jg. 13, Nr. 1, S. 20–29, 2021, doi: 10.1365/s35764-020-00313-8.
- [12] B. De, *API management: An architect's guide to developing and managing APIs for your organization*. Place of publication not identified: Apress, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://learning.oreilly.com/library/view/-/9781484213056/?ar>
- [13] W. Riggert, „Electronic Data Interchange EDI,“ in *Betriebliche Informationskonzepte*, Vieweg+Teubner Verlag, 2000, S. 293–346. [Online]. Verfügbar unter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-322-89195-2_10
- [14] Deloitte. „Using Blockchain & Internet-of-Things in supply chain traceability.” [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/blockchainsupplychain/lu-blockchain-internet-things-supply-chain-traceability%20\(1\).pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/blockchainsupplychain/lu-blockchain-internet-things-supply-chain-traceability%20(1).pdf) (Zugriff am: 5. Juli 2023).
- [15] J. Ereth und H.-G. Kemper, „Business Analytics und Business Intelligence,“ *CON*, Jg. 28, 8-9, S. 458–464, 2016, doi: 10.15358/0935-0381-2016-8-9-458.
- [16] S. Banker, „What is Hadoop and What Does it Mean for Supply Chain Management?,“ *Forbes*, 2014 2014. <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2014/08/01/what-is-hadoop-and-what-does-it-mean-for-supply-chain-management/> (Zugriff am: 11. Juli 2023).
- [17] H. Lödding, *Verfahren der Fertigungssteuerung: Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration*, 3. Aufl. (VDI-Buch). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1607838>
- [18] Jürgen Schuberthan. „Bedarfs- und Kapazitätsmanagement.” <https://catena-x.net/de/mehrwerte/bedarfs-und-kapazitaetsmanagement-1> (Zugriff am: 11. Juli 2023).
- [19] Catena-X Automotive Network e.V. „Catena-X Vision und Ziele.” <https://catena-x.net/de/vision-ziele> (Zugriff am: 9. Juli 2023).
- [20] Kinaxis Inc. „Solutions to intelligently control your digital supply chain.” <https://www.kinaxis.com/de/node/356> (Zugriff am: 9. Juli 2023).

Automobilhersteller mit satten Gewinnen trotz Krisen: Schein- oder echte Resilienz?

David Eisinger
Brose Fahrzeugteile SE & Co. KG
96052 Bamberg, Deutschland
wi20120@lehre.dhbw-stuttgart

Tim Simons
Brose Fahrzeugteile SE & Co. KG
96052 Bamberg, Deutschland
wi20016@lehre.dhbw-stuttgart.de

Abstract—Trotz anhaltender Krisensituation über die vergangenen Jahre, scheint die wirtschaftliche Lage der deutschen Automobilhersteller auf einem Allzeithoch zu sein. Doch sind die namhaften Hersteller hierzulande tatsächlich so resilient oder handelt es sich um eine „Scheinresilienz“, die den Fortbestand einer der wichtigsten Industrien Deutschlands gefährdet? In dieser Arbeit werden die Branchentendenzen kritisch betrachtet und so Schwachstellen in den Resilienzprofilen identifiziert. Ziel ist die Schaffung eines kritischen Standpunktes bezüglich der momentanen Lage und die Auflistung möglicher Resilienzpotenziale, welche eine langfristige Existenzsicherung der deutschen Automobilindustrie ermöglichen.

Keywords: *Automobilhersteller, Resilienz, Krise, Lieferkette, Mobilitätswende*

I. EINLEITUNG

Wir leben in unruhigen Zeiten. In den letzten Jahren haben diverse Krisensituationen deutsche Unternehmen an den Rand der Existenz getrieben und so bei vielen Arbeitnehmern/innen zu Verlustängsten um den eigenen Arbeitsplatz geführt. Auch die Automobilindustrie hierzulande blieb nicht verschont und hat noch heute mit den Auswirkungen vergangener und aktueller Krisen zu kämpfen. Umso wichtiger ist es, aus den jetzigen Ausgangssituationen neue Erkenntnisse zu ziehen. Nur so kann sich auf zukünftige Krisen vorbereitet und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Die nachfolgende Arbeit bietet nicht nur einen mitunter kritischen Blick auf die Situation der deutschen Automobilhersteller, sondern auch konkrete Vorschläge, wie die Resilienz der größten Arbeitgeber Deutschlands gesteigert werden kann.

II. BEGRIFFSDEFINITION RESILIENZ IM UNTERNEHMENSKONTEXT

Resilienz im betrieblichen Kontext beschreibt die Fähigkeit eines Unternehmens, auf Veränderungen, Störungen und Herausforderungen zu reagieren, diese zu bewältigen und sich schnell zu erholen. Dabei geht es um die Widerstandsfähigkeit eines Unternehmens gegenüber unvorhergesehenen Ereignissen und die Fähigkeit, eine erfolgreiche Anpassung umzusetzen und weiterzuentwickeln. Die Märkte heutzutage erfahren schnelle Veränderungen. In den 1990er Jahren wurde das sogenannte VUCA-Modell zur Standardbeschreibung der modernen Welt herangezogen. Später wurde dieses Modell adaptiert und auf den Unternehmenskontext angepasst. VUCA ist hierbei ein Akronym, welches sich auf volatility (Volatilität), uncertainty (Unsicherheit), complexity (Komplexität) und ambiguity (Mehrdeutigkeit) bezieht. Volatilität sagt aus, dass sich Märkte schnell verändern und entweder minimale oder radikale Veränderungen mit sich

bringen. Unsicherheit meint, dass sich die Märkte unvorhersehbar entwickeln. Komplexität beschreibt die Abhängigkeiten der einzelnen Elemente auf den Märkten. Schließlich betrachtet die Ambiguität die Mehrdeutigkeit verschiedenster Faktoren, dessen Wirkungszusammenhänge oftmals schwer zu identifizieren sind. Um optimal auf dem sich ändernden Markt auftreten zu können, sollten Unternehmen die im Folgenden aufgeführten Fähigkeiten besitzen [1].

Das Spektrum an Resilienzfaktoren lässt sich auf die Anpassungsfähigkeit, das Risikomanagement, die Krisenbewältigung, die Geschäftskontinuität und die Innovationsfähigkeit definieren. Die Anpassungsfähigkeit ermöglicht es einem Unternehmen flexibel auf Veränderungen zu reagieren und den Gegebenheiten entsprechende Änderungsschritte einzuleiten. Das Risikomanagement beinhaltet die Fähigkeit, Risiken zu identifizieren, zu bewerten und angemessene Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen. Resilienz bedeutet auch, dass ein Unternehmen in Krisensituationen schnell und effektiv handelt, um die Auswirkungen der Krise zu minimieren, Störungen zu vermeiden und den Geschäftsbetrieb aufrechtzuerhalten. Letztlich muss ein resilientes Unternehmen selbst in schwierigen Zeiten neue Ideen und Lösungen entwickeln, um auch in und nach der Krise wettbewerbsfähig zu bleiben [1].

Eine resiliente Organisation kann auf Veränderungen proaktiv reagieren, Chancen identifizieren und potenzielle Bedrohungen frühzeitig erfassen. Resilienz ist daher ein wichtiger Faktor für langfristigen Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in einer sich ständig wandelnden Geschäftsumgebung.

III. KRISEN DER LETZTEN JAHRE

In den vergangenen Jahren mussten sowohl die deutschen, aber auch internationalen Automobilhersteller mit verschiedenen Krisen kämpfen. Ausgewählte Krisen der letzten Jahre sind die seit Ende des zweiten Quartals 2020 bis 2022 bestehende Corona-Pandemie, die seit 2018 andauernde Halbleiter-Krise und die stark steigenden Inflationsraten in Deutschland, welche von Mai 2021 bis heute mit einem Anstieg von rund 5,2% zu verzeichnen sind. Dabei müssen Unternehmen darum kämpfen, weiterhin ihre Aufträge und die dafür benötigten Materialien und Mitarbeiter zu beschaffen [2, 3, 4].

A. Corona-Pandemie

Während der Corona-Pandemie mussten Unternehmen in nahezu allen Branchen auf veränderte Marktbedingungen reagieren. In der Automobilbranche kam es durch Lockdowns, Unterbrechungen in der Lieferkette aber auch Arbeitsbeschränkungen zu Reduzierungen oder sogar

Stillständen der Produktionsanlagen. Folglich konnten Soll-Bestände an Fertigerzeugnissen für die Weiterverarbeitung nicht komplett erfüllt werden und die Fahrzeugproduktion verzögerte sich. Die Unsicherheit der Kunden über die wirtschaftliche Entwicklung und die eingeschränkte Mobilität aufgrund von Lockdowns führte zunächst zu einem Rückgang der Nachfrage an Neufahrzeugen. Daraus resultiert, dass die Unternehmen mit finanziellen Herausforderungen zu kämpfen hatten: Geringere Absatzzahlen, folglich weniger Umsatz und erhöhte Kosten für Produktionsstillstände, usw. [2].

Im weiteren Verlauf der Pandemie, konnte man jedoch anschließend veränderte Mobilitätstrends feststellen. Die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln ging zurück, während hingegen das Interesse an individuellen Fahrzeugen anstieg. Es erhöhte sich die Nachfrage an Elektrofahrzeugen enorm, wodurch Unternehmen dazu gedrungen wurden, in die E-Mobilität zu investieren. Daneben wurden die Trends des autonomen Fahrens und digitaler Technologien beschleunigt [2].

Man könnte die Corona-Pandemie abschließend als Katalysator für Veränderungen beschreiben, da Unternehmen gezwungen waren, schneller auf veränderte Bedingungen zu reagieren und sich anzupassen.

B. Halbleiter-Krise

Nahezu analog zur Corona-Pandemie mussten Unternehmen der Automobilindustrie mit Engpässen in der Lieferkette kämpfen. Die benötigten Halbleiterchips für die Integration verschiedener Funktionen, wie beispielsweise Sicherheitssysteme, Motorsteuerungen oder Infotainment-Systeme, konnten nicht oder nicht ausreichend geliefert werden. Infolgedessen konnten die geplanten Produktionsmengen nicht eingehalten werden, weshalb die Fertigung vorübergehend eingestellt oder reduziert werden musste. Daraus resultiert, dass auf dem Markt ein geringeres Angebot an Fahrzeugen verfügbar ist, die Preise hierfür steigen und dementsprechend die Kunden weniger nachfragen. Hinzu kommen die hohen Lieferverzögerungen für ein neues Fahrzeug, wovon Kunden auch derzeit noch betroffen sind. Unternehmen sind also gezwungen, ihr Produktportfolio so anzupassen, dass die geringen Stückzahlen an Halbleiterchips für die wichtigsten und meistverkauften Produkte verwendet werden [3].

C. Steigende Inflationsrate

Ausschlaggebend bei steigenden Inflationsraten ist der Kostenanstieg für Unternehmen bei der Produktion. Neben den höheren Kosten für Rohstoffe oder Komponenten, kommen steigende Kosten für Energie und Arbeitskräfte hinzu. Zusammengefasst lässt sich also sagen, dass die gesamten Produktionskosten steigen, wodurch die Rentabilität der Unternehmen beeinträchtigt wird. In der Automobilindustrie führt die hohe Komplexität in der Lieferkette zu enormen Veränderungen in der gesamten Wertschöpfungskette. Ein großer Faktor dabei spielen nicht die Rohstoffpreise, sondern die Transportkosten. Mit steigenden Kosten wollen Unternehmen dennoch ihre Margen schützen und schlagen die Mehrkosten somit auf die Kunden ab. Preisanstiege auf dem Markt lassen die Verbraucher bei der Kaufentscheidung für einen Neuwagen zögern, wodurch ein Nachfragerückgang zu verzeichnen ist [4].

IV. BETRACHTUNG DER KENNZAHLEN DEUTSCHER UND INTERNATIONALER AUTOMOBILHERSTELLER

Die folgenden Abbildungen zeigen die Werte für den Umsatz und den Gewinn nach Steuern. Außerdem zeigen sie den Aktienwert für einen Zeitpunkt vor und zum Ende der Corona-Pandemie und den Aktienwert der letzten 6 Monate. Hierfür werden die entsprechenden Zahlen für die Unternehmen Volkswagen, Mercedes, BMW, Porsche, Tesla und BYD herangezogen.

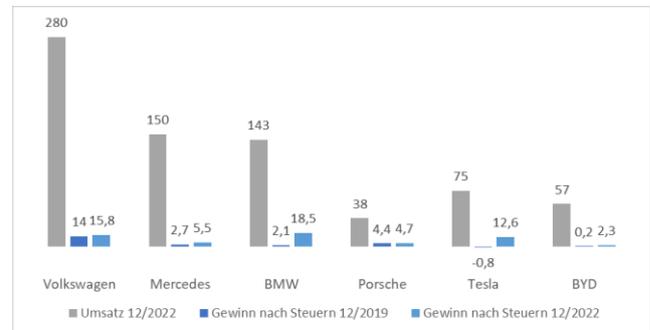


Abbildung 1: Umsatz 2022, Gewinn 2019, Gewinn 2022 in Mrd. €

Aus Abbildung 1 wird ersichtlich, dass Volkswagen mit rund 280 Mrd. € den höchsten Umsatz im Jahr 2022 erzielen konnte. Dennoch weist die BMW-Gruppe ein vergleichsweise höheres Ergebnis nach Steuern von rund 18,5 Mrd. € auf. Setzt man diese beiden Höchstwerte mit den Daten vor und zu Beginn der Corona-Pandemie gegenüber, zeigt Volkswagen im Verlauf von 2019 bis 2020, dem Beginn der Corona-Pandemie, einen Rückgang des Umsatzes von 253 Mrd. € auf 223 Mrd. €. BMW hingegen einen Rückgang um 5 Mrd. € von 104 Mrd. € auf 99 Mrd. €. Der Gewinn nach Steuern in Mrd. € geht bei der Volkswagen AG von 14 Mrd. € auf 8,8 Mrd. € zurück, während die BMW-Gruppe einen Rückgang von 2,1 Mrd. € auf 1,7 Mrd. € verzeichnet hat [5].

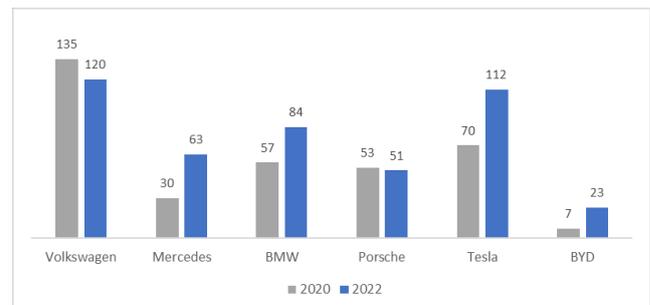


Abbildung 2: Aktienwert 01.07.2020 und 31.12.2022 in €

Betrachtet man nun den Aktienwert und den -kurs der letzten 6 Monate, fällt in den Abbildungen 2 und 3 auf, dass das Unternehmen Tesla, als reiner E-Auto-Hersteller, keinen Vorsprung gegenüber den deutschen und internationalen Konkurrenten aufzeigt. Mit einem aktuellen Aktienwert von rund 112€ und einem Kursverlauf der letzten 6 Monate zum Stand 31.12.2022 mit einem Minus von 93%, zeigt sich, dass

Tesla einen deutlichen Einbruch im Aktienkurs verzeichnen musste [6].

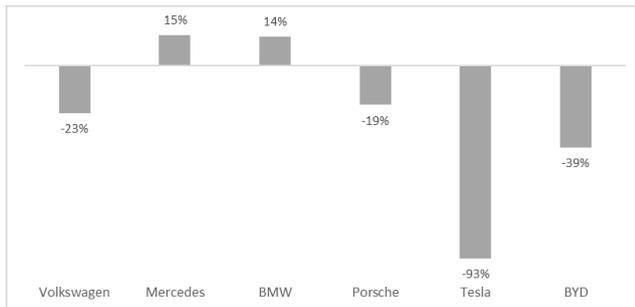


Abbildung 3: Aktienkurs der letzten 6 Monate am 31.12.2022

Nun stellt sich die Frage: wie kann ein Unternehmen inmitten der Corona- und Halbleiterkrise einen Zuwachs verzeichnen und zum Teil sogar Höchstwerte erreichen? Oder handelt es sich hier lediglich um einen Scheinzuwachs?

V. KRITISCHE BETRACHTUNG DES RESILIENZSTANDES DEUTSCHER AUTOMOBILHERSTELLER

Trotz der positiven Kennzahlen gilt es, das Resilienzprofil der deutschen Automobilhersteller genauer zu analysieren. Wäre die Lage dieser Industrie in Deutschland tatsächlich so vielversprechend, würde das Stimmungsbild der betroffenen Finanzvorstände deutlich positiver ausfallen. Im Automotive Sector Briefing von Deloitte, wurden diese befragt und die Ergebnisse sind ernüchternd. Ganze 68% sind derzeit pessimistischer eingestellt als noch vor drei Monaten. Und auch beim Blick in die Zukunft wird davon ausgegangen, dass sowohl die Mitarbeiterzahl als auch die Margen und Investitionsausgaben in den kommenden Quartalen weiter sinken. Allein der Umsatz wird den Einschätzungen zufolge weiter steigen, wobei dies auf die anhaltend hohe Inflation zurückzuführen ist. Die Kehrtwende der Automobilbranche hin zu alternativen Antriebsarten und autonomen Fahren, zwingen die Hersteller erzielte Einnahmen direkt zu reinvestieren. Diese Kombination aus Krisen und Technologiewandel erschwert vielen deutschen Automobilherstellern die Durchsetzung im weltweiten Wettbewerb [7].

A. Komplexität und Globalität der heutigen Lieferketten

Durch die Globalisierung werden Rohstoffe für die Automobilbranche aus der ganzen Welt bezogen. Und auch die OEMs der deutschen Autobauer haben ihre Standorte weltweit verteilt. Die hieraus entstandenen Lieferketten haben eine Komplexität geschaffen, bei welcher schon kleinste Ausfälle die komplette Supply Chain beeinflussen und im schlimmsten Fall sogar lahmlegen können. Als Beispiele sind hier der Vorfall im Suez-Kanal (2021) und die Corona-Pandemie zu nennen. Im Falle der Corona-Pandemie wurden zur weltweiten Eindämmung wichtige Produktionsstätten und Häfen geschlossen [8]. Doch auch staatlich kontrollierte Punkte innerhalb der Logistikkette stellten die Hersteller vor Probleme. Es wurden sowohl Geschäftsreisen teilweise verboten als auch Grenzen vorübergehend geschlossen. Diese Auswirkungen zeigten die Vorteile einer inländischen Produktion auf, weshalb sich bis heute viele Bürgerinnen und Bürger für die Stärkung dieser aussprechen. Machtlos hingegen war die

Automobilindustrie gegen die Vorsichtsmaßnahmen der Käuferinnen und Käufer, welche aus Angst vor einer Ansteckung mit dem Corona-Virus, die analoge Fahrzeuganmeldung und den Fahrzeugkauf in Präsenz bei den Behörden zeitlich verschoben. Die Erholung des Absatzes wurde dadurch verzögert [9].

Neben dieser negativen Betrachtungsweise der Lieferketten deutscher Automobilhersteller ist zu erwähnen, dass diese, durch ihre enge Zusammenarbeit mit den Lieferanten in den verschiedenen Ländern, schneller auf die Präferenzentwicklung diverser Produkte reagieren können und auch die Umsetzung behördlicher Auflagen leichter fällt. Zudem waren die Pandemieentwicklungen in den Ländern unterschiedlich, wodurch die Autobauer zum Teil handlungsfähig blieben. Dies wäre im Falle einer reinen inländischen Produktion nicht möglich gewesen. Der Einsatz hochautomatisierter Outbound-Logistik war ebenfalls ein Vorteil zu Pandemiezeiten, da diese meist ohne größere Ausfälle funktionierte. [9]

B. Halbleiterbeschaffung

Eines der größten Probleme der Automobilindustrie ist die monopolartige Stellung des chinesischen Halbleitermarktes. Die Abhängigkeit hat sich schon während des atomaren Unfalls in Fukushima 2011 gezeigt, als infolgedessen ebenfalls die Lieferketten für Halbleiter betroffen waren und die Beschaffung nicht sichergestellt werden konnte [9]. Bei einer Studie der Unternehmensberatung AlixPartners wurde ermittelt, dass sich der Bedarf an Chips verzehnfachen wird. Dies ist auf die Entwicklung hin zu batterieelektrischen Fahrzeugen zurückzuführen, welche weitaus mehr Halbleiter verbaut haben als die zuvor hergestellten Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Und auch die Zunahme der verbauten Unterhaltungselektronik vergrößert den Bedarf an Halbleitern. Somit werden die jetzigen Kapazitäten nicht ausreichen, um die Automobilindustrie auch in Zukunft mit allen benötigten Rohstoffen zu beliefern. Die Krisen der letzten Jahre und der anhaltende Ukraine-Konflikt behindern die Lieferketten für Halbleiter, wodurch die Fahrzeugherstellung bis heute gedrosselt ist. Einer Einschätzung von AlixPartners zufolge, wird diese Drosselung bis 2024 andauern [8].

C. Produktionsprozess

Eine Oliver-Wyman-Studie hat ergeben, dass durch die hohe Variantenvielfalt, welche durch die deutschen Automobilhersteller angeboten wird, 30% bis 40% des Personals bei den OEMs beschäftigt wird. Diese Komplexität und die historisch gewachsene Größe der Hersteller verlangsamt die Unternehmensanpassung für neue Antriebstechnologien, erschwert den Technologiewandel sowie die Einführung neuer Geschäftsmodelle. Gleichzeitig treten neue Anbieter auf dem Markt ins Rampenlicht, welche mit dem Technologiewechsel wachsen und durch ihre Flexibilität folglich Marktanteile abgreifen können. Ebenfalls kritisch in Bezug auf die Resilienz ist die vorangetriebene Lagerverringerung der Automobilhersteller zu sehen. Durch das Just-In-Time- und das Just-In-Sequence-Konzept, übernehmen die Zulieferer das alleinige Risiko, da die Hersteller zu günstigen Konditionen und sehr spontan

bestellte Mengen stornieren können. Das Problem zieht sich durch die komplette Lieferkette, da auch die OEMs diese spontanen Lieferänderungen an ihre Sublieferanten weitergeben. Kritik übt allerdings keiner der Lieferanten, da diese sonst mit finanziellen Einbußen rechnen müssten. Somit wird das Vertrauen in der kompletten Lieferkette geschwächt, was wiederum die später beschriebene Transparenz verhindert [8].

D. Zwischenfazit

Betrachtet man die Kennzahlen der deutschen Automobilhersteller könnte man meinen, dass es diesen besser geht als je zuvor. Dennoch ist eine solche Betrachtungsweise zu einfach und es müssen auch Resilienzfaktoren untersucht werden. Mit dieser Grundlage zeigt sich, dass die deutschen Automobilhersteller durch ihre globalisierte Lieferkettenausrichtung und ihre eng getakteten Produktionsprozesse zwar kosteneffizient produzieren können, diese Abhängigkeit von wenigen Lieferantenländern und der zeitliche Druck im Falle von Krisen jedoch zum Verhängnis werden. Teilweise können wichtige Bauteile wie Halbleiter und Batterien nicht in ausreichender Menge beschafft werden und durch die lagervermeidenden Produktionsstrategien bleiben Werke infolgedessen stehen oder sind nicht voll ausgelastet. Die positiven Kennzahlen lassen sich letztendlich auch auf die Bevorzugung von Luxusmodellen beziehen. So haben die deutschen Autobauer die verringerten Mengen an Halbleitern für die Fertigung ihrer Luxusklassen verwendet. Diese bieten höhere Margen und wurden deshalb priorisiert. Hinzu kommt die Kurzarbeit, welche die deutsche Regierung den Arbeitgebern gewährt hat. So konnten viele Kosten eingespart werden, was sich ebenfalls positiv auf die Kennzahlen auswirkte.

In einem bisher von Krisen geprägten Jahrhundert wird durch die genannten Faktoren der Technologiewandel hin zu umweltfreundlichem Individualverkehr verlangsamt. Es kann deshalb eindeutig von einer Schein-Resilienz gesprochen werden, welche die deutschen Automobilhersteller im Vergleich zu neuen Wettbewerbern wie Tesla und BYD auf dem Weltmarkt zurückwirft. Jedoch gibt es Möglichkeiten, wie die Resilienz und folglich die Konkurrenzfähigkeit inländischer Autobauer gestärkt werden kann. Diese werden im Folgenden Kapitel näher beleuchtet.

VI. RESILIENZPOTENZIAL DEUTSCHER AUTOMOBILHERSTELLER

Eine Krise kann auf zwei Art und Weisen betrachtet werden. Zum einen können die finanziellen Verluste, der Mitarbeiterabbau und alle weiteren negativen Folgen vorrangig betrachtet und das Arbeitsklima der betroffenen Unternehmen im Allgemeinen verschlechtert werden. Andererseits kann eine Krise aber auch als „ein Moment möglicher Re-Strukturierung oder Re-Konzeptualisierung“ [10] angesehen werden. Krisen decken Schwächen auf und zwingen Unternehmen zu Anpassungen, um resilienter den zukünftigen Herausforderungen gegenüberzustehen. Um jedoch eine Resilienzsteigerung bewirken zu können, müssen nach jeder überwundenen Krise eine Bilanz gezogen und die offengelegten Schwächen reflektiert werden. Nur so sind die richtigen Änderungsschritte

umsetzbar und eine Rückkehr in den vorherigen Ausgangszustand wird verhindert. Kehrt ein Unternehmen nach einer Krise zum vorherigen Zustand zurück, indiziert dies mangelnde Zukunftsfähigkeit und führt in der Regel nach mehreren, durchlebten Krisen zum Ruin. Im Folgenden werden insbesondere Optimierungspotenziale zur Resilienzsteigerung in der deutschen Automobilbranche beschrieben, welche sich aus den vergangenen Jahren herauskristallisiert haben [10].

A. Flexibilisierung durch die Politik

Zunächst wird der Handlungsrahmen der Politik beschrieben, auf welchen die deutschen Autobauer nur bedingt Einfluss haben. Zum einen sind die Autounternehmen in Deutschland dem europäischen Kartellrecht unterlegen. Dieses ist sehr streng definiert und verringert den Handlungsrahmen der inländischen Unternehmen insbesondere in Krisenzeiten. Die Einführung klar definierter Ausnahmeregelungen könnte positive Auswirkungen auf die Resilienz der Unternehmen haben und diese unterstützen, auch in solchen Situationen auf dem internationalen Markt wettbewerbsfähig zu bleiben [9].

Auch sollte die bereits laufende politische Unterstützung in Bezug auf die Innovationsfähigkeit des Wirtschaftsraums Europa weiter fortgeführt werden. Hierbei werden die Design-, Fertigungs- und Recyclingfähigkeiten (für Batterien) erhalten und ausgebaut. Somit entstehen Ökosysteme, die ohne externe Zuarbeit fungieren und somit unabhängig von Krisen in außereuropäischen Ländern sind. Beispiele, wie bereits heute die europäische Industrie unterstützt wird, sind errichtete Reallabore und Forschungsfabriken [9].

B. Transparenz in der Lieferkette

Einer der wichtigsten Schritte zu mehr Resilienz ist eine erhöhte Transparenz in der gesamten Lieferkette. Hierbei sollte schon der erste Lieferant der Kette mit einbezogen werden. So können Lieferschwierigkeiten und andere Probleme frühzeitig erkannt und beispielsweise von alternativen Zulieferern abgefangen werden. Doch diese Preisgabe hochsensibler Informationen kann nur unter zwei Bedingungen erfolgen. Einerseits muss die Zusammenarbeit der Geschäftspartner von Vertrauen geprägt und gleichermaßen gelebt werden, um keine Verschiebung des Machtverhältnisses herbeizuführen. Außerdem müssen die technischen Voraussetzungen geschaffen und von den Mitarbeitenden akzeptiert werden. Hierbei gibt es diverse digitale Ansätze wie zum Beispiel softwarebasierte Risikolandkarten, digitale Zwillinge oder industriespezifische Plattformen [9].

C. Diversifizierung und vertikale Integration

Derzeit ist die deutsche Automobilindustrie insbesondere bei der Mikroelektronik und der Batterieherstellung sehr abhängig von der chinesischen Wirtschaft. Dies hat sich auch mehrmals während der Corona-Pandemie gezeigt, als beispielsweise im Dezember 2022 die chinesische Regierung dem Bevölkerungsdruck nachgab und ihre Null-Covid-Politik lockerte. Infolgedessen stiegen die Infektionszahlen rasant an, was erneut zu einem Bangen um die Lieferfähigkeit der chinesischen Unternehmen führte [8]. Somit ist ersichtlich,

dass dringend eine Diversifizierung der Lieferbasis vor allem bei kritischen Komponenten erfolgen muss. Es sollten mehrere Zulieferer mit verschiedenen ländlichen Standorten gewählt werden. Zudem könnten durch die Forschung alternative Materialien gefunden und so eine inländische Produktion eingeführt werden. Zusätzliche Ansätze sind die Substitution knapper Rohstoffe oder Circular-Economy-Ansätze [9].

Eine weitere Möglichkeit zur Resilienzsteigerung ist die vertikale Integration durch die Automobilhersteller. Hierbei schließen diese beispielsweise die Mikrochipproduktion in ihr Portfolio mit ein und müssen somit nicht mehr mit anderen Wettbewerbern bei den entsprechenden Zulieferern konkurrieren. Chinesische Firmen beispielsweise sicherten sich 2018 große Anteile bei Bergbauunternehmen. Es wurde vor allem in Minenbetreiber investiert, welche Rohstoffe wie Kupfer-, Kobalt- oder Lithium abbauen. All diese Stoffe sind essenziell für die Produktion von Batterien, welche unter anderem in Elektroautos eingebaut werden. In anderen Ländern ist man zögerlich mit solchen Zukäufen, da diese die Aktionäre verärgern könnten, was auch mit der moralischen Sichtweise der westlichen Welt zusammenhängt. Zuletzt verbessert ebenso der Abschluss langfristiger Verträge mit höheren Stückzahlen die Resilienz in der Beschaffung [8, 11].

D. Anpassung der Produktions-/Vertriebsverfahren

Zuletzt haben sich die Produktionsverfahren über die Jahre verändert. So ist die Produktion der deutschen Automobilhersteller immer weiter in Richtung Kostenoptimierung entwickelt worden. Hierfür werden die Produktionsarten Just-In-Time und Just-In-Sequence verwendet. Diese sorgen für möglichst geringe Lagerkosten, da immer nur die Teile geliefert werden, die für die Produktion zum entsprechenden Zeitpunkt benötigt werden. Allerdings kommt es dann bei Lieferschwierigkeiten, wie sie beispielsweise durch die Abhängigkeit bei Halbleitern entstehen können, schnell zum Produktionsstillstand. Es muss also nicht nur in der Beschaffung besser diversifiziert werden, sondern auch eine gewisse Höhe an Lagerkosten in Kauf genommen werden, um auch in Krisensituation weiter produzieren zu können [8].

Neben dem Aufbau von Lagerbeständen ist ebenso eine Komplexitätsreduzierung der Produktportfolien von großer Bedeutung. Durch die Vielfalt an angebotenen Varianten müssen immer mehr unterschiedliche Bauteile für ein einzelnes Fahrzeug beschafft werden. Das erhöht die Komplexität in der Lieferkette und erfordert Produktionsverfahren wie die zuvor genannte Just-In-Sequence-Produktion. Werden die Bauteile simplifiziert, so können die Fertigungsverfahren und das Beschaffungsnetzwerk ebenfalls vereinfacht werden. Einer Oliver-Wyman Studie zufolge, sind die Erfolgsaussichten einer solchen Simplifizierung umso höher, je früher mit dem Veränderungsprozess begonnen wird. So lassen sich die Gewinne für jedes verkaufte Auto um ca. 500€ bis 750€ steigern [8].

Neben den Produktions-, lassen sich auch die Vertriebsverfahren an die heutigen Gegebenheiten anpassen. So hat die Digitalisierung im Vertrieb der Automobilbranche noch vergleichsweise wenig Beachtung

erhalten. Erst durch die Corona-Pandemie, bei welcher die Händlersuche in Präsenz nicht möglich oder stark eingeschränkt war, hat diese Entwicklung an Fahrt aufgenommen. Andere Automobilhersteller wie Tesla haben schon frühzeitig einen kundenfreundlichen E-Commerce-Vertrieb implementiert, welcher sich durch geringe Komplexität und viel Zeitersparnis kennzeichnet. Statt in einem traditionellen, linearen Kaufprozess zu denken, wird die Customer-Journey beim digitalen Ansatz als IT-gestützter Kreislauf mit drei Phasen angesehen. Diese drei Phasen sind in einer Endlosschleife aneinandergelockt:

1. Vorkaufphase:
Informationsabfrage; Markenvergleich; Auto-Konfiguration; Händlerwahl; Suche nach Finanzoptionen; Testfahrt
2. Kaufphase:
Entscheidungsunterstützung; Angebotserhalt; Vertragsunterzeichnung; Auslieferung
3. Nachkaufphase:
Suche; Erhalt/Bezahlung von Service; Veranstaltungen; Unterstützungen (z.B. „Connected Drive Services“)

Zuletzt dürfen die Kundenvernetzung und Marketingkampagnen über die sozialen Netzwerke nicht fehlen [12].

VII. FAZIT

Die vorangegangenen Untersuchungen haben gezeigt, dass die deutsche Automobilindustrie kennzahlentechnisch einen „gesunden“ Eindruck nach außen vermittelt. Betrachtet man jedoch deren Resilienzprofil fällt auf, dass neben den bevorstehenden Herausforderungen wie Klimakrise und Mobilitätswende, auch andere Faktoren die Resilienz der namhaften Hersteller mindern und so zu Problemen in der Zukunft führen können. Dazu zählen beispielsweise die Komplexität in Lieferketten und Produktionsprozessen, aber auch entstandene Abhängigkeiten von Lieferanten aus dem asiatischen Raum. Resilienz ist die langfristige Existenzgrundlage von Unternehmen jeglicher Branche und muss deshalb auch mit dieser Wichtigkeit intern behandelt werden. Abschließend wurden einige Möglichkeiten zur Steigerung der Resilienz insbesondere deutscher Automobilhersteller aufgelistet, um so dem Leser/der Leserin Denkanstöße bezüglich dieses brisanten Themas zu geben. Darunter fallen unter anderem politische Maßnahmen, Anpassungen der Lieferketten und ein Umdenken in den Produktions- und Vertriebsverfahren. Die derzeitigen Krisen erschweren zwar wirtschaftliches Handeln, doch sollten sie auch als Chance angesehen werden, entstandene Rückstände auf dem internationalen Wettbewerb zu beseitigen.

LITERATUR

- [1] Steubel, P. (2022): Was ist VUCA: Definition und Bedeutung im Projektmanagement!, <https://asana.com/de/resources/vuca>, Abruf: 10.07.2023
- [2] Moto Integrator (2021): Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Automobilindustrie, <https://www.motointegrator.de/blog/auswirkungen-der-corona-pandemie-auf-die-automobilindustrie>, Abruf: 10.07.2023
- [3] Lyubavskyy, E. (2021): Microchipmangel in der Autoindustrie: Was hinter dem Halbleiter Engpass steckt, <https://like2drive.de/blog/microchipmangel-in-der-autoindustrie-was-hinter-dem-halbleiter-engpass-steckt>, Abruf: 10.07.2023
- [4] Redaktions Netzwerk Deutschland (2022): Harte Zeiten für die Autoindustrie: Experten warnen vor steigenden Preisen, <https://www.rnd.de/wirtschaft/experten-warnen-vor-steigenden-preisen-in-der-autoindustrie-MCWYS3YFKKQSGLZWYJ3VTUH4ZU.html>, Abruf: 10.07.2023
- [5] Ahrens, P./Pache, T. (2023): Großes Auto-Special: Welchen deutschen Auto-Hersteller sollte man noch im Portfolio parken?, in Aktien fürs Leben [Audio-Podcast], https://open.spotify.com/episode/4tfiZbNsM2zJwZqvXZPgTM?si=4jL_UfR8RZirL2cfAupbIg, Abruf: 10.07.2023
- [6] Statista GmbH (o. J.): <https://de.statista.com>, Abruf: 10.07.2023
- [7] Zauner, N. (2022): Automotive Sector Briefing: Noch kein Licht am Ende des Tunnels, in: *Blog Sector Briefings*, <https://www2.deloitte.com/de/de/blog/sector-briefings/2022/automotive-sector-briefing-herbst-2022.html>, Abruf: 11.07.2023
- [8] Burkert, A. (2023): Riskante Asymmetrie im Automobilkosmos, in: *ATZ - Automobiltechnische Zeitschrift*, 125. Jg., Nr. 4, S. 10–15
- [9] Kagermann, H./Süssenguth, F./Körner, J./Liepold, A./Behrens, J. H.: *Resilienz der Fahrzeugindustrie: Zwischen globalen Strukturen und lokalen Herausforderungen* (acatech IMPULS), München 2021
- [10] Meyer F. T. (2022): *Destination Resilienz, Erfolgreiche Unternehmen in Zeiten der Unsicherheit*, Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
- [11] Eckl-Dorna, W. (2019): Investments in Minenbetreiber steigen: So geht China bei Batterie-Rohstoffen auf Einkaufstour, <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/industrie/rohstoffe-china-steckt-7-mrd-usd-in-bergbauunternehmen-fuer-elektroauto-akkus-a-1250415.html>, Abruf: 10.07.2023
- [12] Proff, H. (2021): „Die Pandemie als Beschleuniger des Strukturwandels in der Automobilindustrie“ in: *ifo Schnelldienst*, 74. Jahrgang, https://www.uni-due.de/imperia/md/images/iam/ifo_schnelldienst_2021_proff.pdf, Abruf: 10.07.2023

Wie kann IT bei der Einführung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz unterstützen?

Eva-Maria Gerblich
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
wi20262@lehre.dhbw-stuttgart.de

Kiara Hämmerle
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
wi20149@lehre.dhbw-stuttgart.de

Svenja Tertünte
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
wi20068@lehre.dhbw-stuttgart.de

Abstract — Diese Arbeit gibt einen Überblick über das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG), seine historischen Hintergründe und die Anforderungen, die es an Unternehmen stellt. Es vergleicht das LkSG mit ausgewählten internationalen Gesetzen, stellt eine Methode zur Bewertung von Softwarelösungen vor und untersucht das Potenzial des Datenökosystems Catena-X. Die Arbeit zielt darauf ab, Unternehmen aus der Automotive und Manufacturing (A&M) Branche bei der Auswahl geeigneter Softwarelösungen zu unterstützen und digitale Plattformen zur effektiven Erfüllung der Anforderungen der Lieferkettensorgfaltspflichten zu nutzen.

Keywords — *LkSG, Anforderungen an Unternehmen, Toolscoring, Rolle von Catena-X*

I. EINFÜHRUNG

Die Sicherstellung von Menschenrechten und Umweltschutz entlang globaler Lieferketten hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, ihre Lieferketten verantwortungsvoll zu gestalten und potenzielle Risiken zu identifizieren. In diesem Kontext wurde das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) eingeführt, um Unternehmen zur Einhaltung bestimmter Standards zu verpflichten. Zudem zeigt ein internationaler Vergleich, wie das LkSG im Vergleich zu ähnlichen Gesetzen in anderen Ländern positioniert ist. Dabei stellt das LkSG u.a. Anforderungen an Unternehmen hinsichtlich Risikomanagement, Beschwerdeverfahren, Dokumentation und Berichterstattung. Um diese zu erfüllen, können Unternehmen auf verschiedene Softwarelösungen zurückgreifen, die bei der Implementierung und Überwachung ihrer Lieferkettenaktivitäten unterstützen. Ein Toolscoring kann bei der Auswahl der geeigneten Softwarelösung helfen. Das Datenökosystem Catena-X kann eine vielversprechende Lösung für den sicheren Datenaustausch entlang der Lieferkette bieten und somit zur effektiven Umsetzung des LkSG durch IT beitragen.

II. DAS LIEFERKETTENSORGFALTPFLICHTENGESETZ

A. Historie

Das LkSG basiert auf den Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte der Vereinten Nationen, welche seit 2016 im Nationalen Aktionsplan Wirtschaft und Menschenrecht (NAP) auf freiwilliger Basis von Unternehmen umgesetzt werden sollten. Bei Unternehmensbefragungen 2019 und 2020 wurde festgestellt, dass etwa 19 % bzw. 17 % der antwortenden Unternehmen die Anforderungen erfüllten. Da die im NAP angestrebte Quote von 50 % nicht erreicht wurde, folgte 2022 die gesetzliche Verankerung im LkSG [1].

B. Übersicht zum Gesetz

Zunächst werden die Anforderungen des Gesetzes an das Unternehmen dargestellt, um daraus in Abschnitt III die Anforderungen an Softwarelösungen abzuleiten.

Der Anwendungsbereich umfasst Unternehmen unabhängig der Rechtsform und wird beschränkt durch die Anzahl der Mitarbeitenden und dem Sitz der Hauptverwaltung, Hauptniederlassung, Verwaltungssitz oder Niederlassungen nach § 13d Handelsgesetzbuch satzungsmäßigen Sitz auf Bundesgebiet. Der Anwendungsbereich tritt zweistufig in Kraft. Ab dem 01.01.2023 gilt das Gesetz für Unternehmen mit mindestens 3.000 Beschäftigte, ab dem 01.01.2024 zusätzlich für Unternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten. Bei beiden sind Leiharbeitende mit einer Beschäftigungsdauer von mehr als sechs Monate im jeweiligen Unternehmen dort anzurechnen. Thematisch werden sowohl Aspekte der Menschenrechte als auch des Umweltschutzes erfasst. Die sich aus dem Gesetz ergebenden Sorgfaltspflichten stellen die tatsächlich durchzuführenden Tätigkeiten dar. Es werden neun explizit genannt und in sieben Paragraphen definiert. Ein Kernaspekt ist das Risikomanagement, in dessen Rahmen die Zuständigkeit festgelegt wird, eine Risikoanalyse, sowie Präventions- und Abhilfemaßnahmen durchgeführt werden müssen. Ferner muss ein Beschwerdeverfahren eingerichtet, eine Grundsatzerklärung abgegeben sowie Dokumentation und Berichterstattung durchgeführt werden.

Diese Maßnahmen beziehen sich im ersten Schritt nur auf unmittelbare, also direkte Zulieferunternehmen, lediglich das Beschwerdeverfahren muss auch auf mittelbare Lieferanten ausgeweitet werden. Erst wenn durch sie ein Verfahren ausgelöst wird und eine substantiierte Erkenntnis mit tatsächlichen Anhaltspunkten auf Verstöße gegen die Themen der Menschenrechte und des Umweltschutzes vorliegt, müssen Teile der Sorgfaltspflichten auf das entsprechende mittelbare Zulieferunternehmen angewandt werden. Dazu gehören die Risikoanalyse, Präventionsmaßnahmen, gegebenenfalls eine Anpassung der Grundsatzerklärung, sowie die Konzeption zur Verhinderung, Beendigung oder Minimierung zu erstellen und umzusetzen. Die Berichterstattung erfolgt nach vorangegangener Registrierung über einen digitalen Fragebogen, der durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle bereitgestellt wird, sowie durch Veröffentlichung und kostenfreien Zugriff, der sieben Jahre lang besteht, auf der Unternehmenswebseite [2]. Die erste Überprüfung von Dokumentation und Veröffentlichung findet am 01.06.2024 statt [3].

C. Internationaler Vergleich mit ausgewählten Gesetzen

Ähnliche Anforderungen können in internationalen Gesetzen und Richtlinien gefunden werden. Deshalb wurden exemplarisch verschiedene international gültige Regeln miteinander verglichen. Unter Betrachtung der Aspekte des LkSG wurden Gesetze ausgewählt, die sich mit ähnlichen Themengebieten, den Sorgfaltspflichten und der Verantwortung entlang der Lieferkette befassen.

Beschränkt wurde die Auswahl unter anderem durch die Verfügbarkeit der Gesetze in deutscher oder englischer Sprache. Ein allumfassender, internationaler Vergleich ist aufgrund des Umfangs nicht Teil dieser Arbeit und sollte mit entsprechender juristischer Expertise durchgeführt werden.

Es hat sich gezeigt, dass keines der betrachteten, bestehenden Gesetze so umfangreich ist, wie das LkSG, sondern, dass die in diesem, gemeinsam betrachteten Aspekte, durch verschiedene Gesetze abgedeckt werden.

Einen ähnlichen Ansatz wie das LkSG hat die ISO-Norm 2600 (Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung), welche durch weitere Normen unterstützt wird [4]. Eine Zertifizierung nach einer dieser Normen kann also in Bezug auf die Einhaltung des Gesetzes positiv sein.

D. Entwurf der Europäischen Union

Auch die Europäische Union (EU) arbeitet an einer Gesetzgebung zum Schutz entlang von Lieferketten. Da die Richtlinie von den Mitgliedsstaaten umgesetzt werden muss, wird in dieser Arbeit ein Ausblick auf mögliche zukünftige Anforderungen im Vergleich zum aktuellen LkSG gegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser wissenschaftlichen Arbeit liegt ein Entwurf vom 23.02.2022 vor, auf den sich diese Arbeit bezieht. Der Anwendungsbereich bezieht sich auf Kapitalgesellschaften, senkt die Zahl der Mitarbeitenden und setzt gleichzeitig Schwellwerte für Umsätze weltweit oder auf EU-Gebiet. Bestimmte Sektoren, für welche abweichende Anwendungsbereiche gelten, werden definiert. Weiterhin umfasst der Entwurf thematisch mehr Aspekte, primär im Umweltschutz, indem beispielsweise auf die Einhaltung des 1,5 Grad-Ziels eingegangen wird [5].

Da es sich bei dem Entwurf der EU um eine Richtlinie handelt, obliegt die konkrete Umsetzung den Mitgliedsstaaten, sodass sich Abweichungen ergeben können.

E. IT-Unterstützung zur Umsetzung der Anforderungen

Abschließend können die folgenden Ansprüche an Softwarelösungen in unterschiedlicher Ausprägung gestellt werden: Durchführung eines Risikomanagements, Einsatz einer Grundsatzerklärung, Einrichtung eines Beschwerdeverfahrens, Ausweitung des Risikomanagements auf mittelbare Zulieferunternehmen, Dokumentation und Berichterstattung.

III. TOOLSCORING ZUR AUSWAHL EINER LÖSUNG

Neben den bereits definierten Kriterien für Softwarelösungen hat die Unternehmensgröße, der Grad der Internationalisierung sowie die Branche maßgeblichen Einfluss auf die Auswahl eines Tools. Das Ergebnis der Scoringtabelle ist entsprechend den Anforderungen des implementierenden Unternehmens zu bewerten.

A. Identifikation und Definition relevanter Kriterien und ihre Gewichtung

Die Auswahl eines geeigneten Tools zur Umsetzung des LkSG erfordert eine sorgfältige Identifikation und Definition der relevanten Kriterien. Angesichts der Vielzahl verfügbarer Tools und der unterschiedlichen Anforderungen in Abhängigkeit von verschiedenen Unternehmenskriterien ist die Auswahl des optimalen Tools eine komplexe Aufgabe. Um eine fundierte Entscheidung treffen zu können, ist eine systematische Methodik zur Entwicklung einer Scoringtabelle erforderlich.

Eine umfassende Literaturrecherche, in der relevante Informationen und Meinungen gesammelt werden, bildet den Ausgangspunkt für die Methodik zur Auswahl der Kriterien. Zusätzlich werden Experteninterviews durchgeführt, um einen umfassenderen Einblick in die Anforderungen des LkSG und der Industrie zu erhalten. Ausgehend von diesen Informationen werden Kriterien identifiziert und festgelegt, die bei der Bewertung der Tools berücksichtigt werden müssen. Diese Kriterien umfassen u. a. Funktionalität, Integrationsmöglichkeiten, Benutzerfreundlichkeit, Qualitätsmanagement und Skalierbarkeit.

Zur Bewertung der Eignung der einzelnen Tools wird eine Methode der Anforderungsanalyse angewendet. Diese basiert auf öffentlich zugänglichen Marktdaten wie Produktbeschreibungen, technischen Spezifikationen und Nutzerbewertungen. Zusätzlich werden Online-Dokumentationen der Softwarehersteller gesichtet, um detaillierte Informationen über die Funktionalitäten und Einsatzmöglichkeiten der Werkzeuge zu erhalten. Überdies werden direkte Gespräche mit Experten geführt, um spezifische Fragen zu klären und weitere Erkenntnisse zu gewinnen.

Ein wesentlicher Schritt bei der Entwicklung der Scoringtabelle ist die Gewichtung der Kriterien. Die Gewichtung erfolgt auf Basis der Expertenmeinungen und der Bedeutung der Kriterien für das LkSG. Dabei werden die Kriterien höher gewichtet, die als besonders relevant für die Zielerreichung des LkSG angesehen werden. Die Gewichtung erfolgt durch prozentuale Anteile an der Gesamtbewertung (siehe TABELLE I.).

TABELLE I. GEWICHTETE KRITERIEN

Scoring-tabelle	Gewichtete Kriterien	
	Aspekte	Gew.
Rechtliche Regularien	spezifische rechtlichen Anforderungen der Automobil- und Fertigungsindustrie sowie individuelle Anforderungen von Kunden	0,15
Integrationsfähigkeit	Nahtlose Integration in vorhandene Systeme, wie z. B. ERP (Enterprise Resource Planning) oder PLM (Product Lifecycle Management)	0,05
Automatisierung	Automatisierte Datenerfassung, -analyse und -berichterstattung	0,04
Supply Chain Visibility	Angesichts der komplexen und globalen Lieferketten in der Automobil- und Fertigungsindustrie ist eine umfassende Sichtbarkeit der Lieferkette entscheidend.	0,12
Qualitätsmanagement	Die Einhaltung von Qualitätsstandards ist ein zentraler Aspekt in der Automobil- und Fertigungsindustrie. Das Tool sollte Funktionen zur Verwaltung von Qualitätsstandards, zur Durchführung von Audits und zur Behandlung von Abweichungen bieten.	0,1

Risiko- management	Die Identifizierung und das Management von Risiken entlang der Lieferkette sind wichtig, um Betriebsunterbrechungen zu vermeiden und die Produktionskontinuität sicherzustellen.	0,12
Nachhaltig- keit und Umwelt- schutz	Die Automobil- und Fertigungsindustrie hat auch hohe Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltschutz. Das Tool sollte Unternehmen bei der Einhaltung von Umweltstandards, der Reduzierung des CO ₂ -Fußabdrucks und der Förderung nachhaltiger Praktiken unterstützen.	0,11
Lieferanten- management	Das Tool sollte Unternehmen dabei helfen, ihre Lieferanten zu verwalten und zu überwachen, einschließlich der Bewertung von Lieferantenleistung, der Einhaltung von Standards und der Zusammenarbeit bei der Verbesserung der Lieferkettennachhaltigkeit.	0,11
Beschwerde- verfahren	Unternehmen haben einen Beschwerdemechanismus schriftlich festzulegen, zu implementieren und zu veröffentlichen, über den (potenziell) Betroffene und Personen, die Kenntnis von möglichen Verletzungen haben, auf menschenrechtliche Risiken und Verletzungen hinweisen können.	0,07
Reporting und Compliance	Das Tool sollte Funktionen zur Erstellung von Berichten und zur Einhaltung besitzen.	0,13

Um eine Bewertung der einzelnen Hilfsmittel zu ermöglichen, werden die Kriterien und ihre Gewichtung abschließend in einer numerischen Tabelle zusammengefasst. In dieser Tabelle werden die Instrumente anhand der Kriterien bewertet und mit 0 bis 3 Punkten versehen, je nachdem, wie gut sie die definierten Kriterien erfüllen. Die gewichteten Punkte für jedes erfüllte Kriterium werden addiert, um eine Gesamtpunktzahl für jedes Instrument zu erhalten. Je höher die Gesamtpunktzahl eines Tools ist, desto besser eignet es sich für die Umsetzung des LkSG unabhängig von Unternehmensspezifika.

Als objektive Entscheidungshilfe für die Auswahl des optimalen Tools zur Umsetzung des LkSG dient die entwickelte Scoringtabelle. Sie ermöglicht eine vergleichende Bewertung der Tools anhand klar definierter Kriterien und gewichteter Aspekte. Die Scoringtabelle unterstützt somit die Auswahl eines Instruments, das den spezifischen Anforderungen und Ziele des Unternehmens am besten entspricht und eine effektive Umsetzung des LkSG ermöglicht. Eine fundierte und transparente Entscheidungsgrundlage wird durch die systematische Methodik und den Einbezug von Expertenwissen geschaffen.

B. Auswahl von Software für das Modell

Zur Identifizierung potenzieller Softwarelösungen wurden im Rahmen der Durchführung der Softwareauswahl für die Umsetzung des LkSG verschiedene Ansätze verfolgt. Durch eine umfassende Marktrecherche konnte eine Vielzahl an verfügbaren Softwarelösungen, die speziell für den Bereich Lieferkettensorgfaltspflichten entwickelt wurden, identifiziert werden. Zusätzlich wurden Empfehlungen aus Onlinebeurteilungen einbezogen, die wertvolle Einblicke und Erfahrungen zu geeigneten Softwarelösungen lieferten. Die Anmeldung zu Branchennewslettern ermöglichte die direkte Sammlung von Informationen und das Testen der Lösungen aus erster Hand. Ebenso wurden Erfahrungsberichte und Fallstudien anderer Unternehmen analysiert, um Informationen über bereits implementierte Softwarelösungen im Bereich LkSG zu erhalten. Basierend auf diesen

Erkenntnissen und der Analyse von Referenzen und Kundenbewertungen wurde eine fundierte Entscheidung getroffen und die Softwarelösung ausgewählt, die den Anforderungen und Zielen am besten entspricht und mithilfe der Scoringtabelle mit den Konkurrenzprodukten verglichen werden zu können.

Für das Modell wurden aufgrund umfassender Analyse die Lösungen SAP Ariba, EcoVadis, IntegrityNext, Sphera sowie Assent Compliance verwendet [6, 7].

C. Ergebnis

Durch die beschriebenen und verwendeten wissenschaftlichen Methoden konnte auf Basis verschiedener Faktoren eine Lösung ermittelt werden, welche die Umsetzung des LkSG IT-seitig unterstützt. Abhängig von Unternehmensfaktoren wie Unternehmensgröße, Grad der Internationalisierung und Branche liefert die Scoringtabelle verschiedene Ergebnisse. In einem konkreten Beispiel (siehe Absatz III.D) werden die Einführungen von Lösung zur Umsetzung von Cooperate Social Responsibility, insbesondere LkSG-, Regeln von zwei verschiedenen Unternehmen aus der A&M Branche miteinander verglichen.

Die verglichenen Lösungen sind in vielen Punkten sehr ähnlich, wodurch sich ein klarer Abgleich anhand weniger Punkte bemerkbar macht. Eine neutrale Beurteilung der Software auf Basis der erstellten Scoringtabelle liefert ein eindeutiges Ergebnis (siehe TABELLE II.).

TABELLE II. BEWERTETE SOFTWARELÖSUNGEN

Scoring- tabelle	Bewertete Lösungen		
	Vorteile	Nachteile	Ergebnis (Punkte)
Assent	Daten direkt von der Quelle, automatisierte Techniken, die tiefer in die Lieferketten eindringen Nachhaltigkeitsdaten auf optimierten Dashboards Anpassungsfähiges Programm, das sich mit Vorschriften und Branchentrends weiterentwickelt	Ausschließlich im Web Wenig Funktionen z. B. kein Auditmanagement, Benchmarking, Energie-, Vorfall- oder Inspektionsmaßnahmenmanagement	7,64
EcoVadis	Über 30.000 Lieferanten im Portfolio Integration in Ariba	Ausschließlich Webversion Lieferanten zahlen kein Vorfallmanagement	8,47
IntegrityNext	Bietet neben einer Webversion auch eine Software Viele direkte Schnittstellen Keine Kosten für Lieferanten Deutsches Unternehmen	Junges Unternehmen (2016) mit wenig Erfahrung Keine Veränderung der Lieferanteninformationen Sehr viele automatisierte Benachrichtigungen Wenig Trainingsmöglichkeiten	8,13
SAP Ariba	Einstufung der Lieferanten in verschiedene Risikokategorien Einstufung durch 600.000 öffentliche und private Quellen Aufsetzen von Verträgen Schnittstelle zu SAP	UI ist nicht gelungen Quellen werden vom Programm nicht verifiziert	7,61

Sphera	Smartphonekompatibilität Beschäftigt sich schon seit 1978 mit Risikomanagement entlang der Lieferkette Große Anzahl an Funktionen	Keine Automatisierungsmög- lichkeiten für SDS oder DHS Einsatz in Pflege- und Krankeneinrichtungen sowie Chemie- und Lebensmittelbranche Kaum Supportmöglichkeiten	6,43
--------	---	---	------

Bleiben die Unternehmensfaktoren unberücksichtigt, geht EcoVadis als Zufriedener Partner von „Johnson&Johnson“ und mit dem deutschen Nachhaltigkeitspreis für Unternehmen 2022 als führender Anbieter hervor. EcoVadis sticht hauptsächlich aufgrund seiner namhaften Kunden und damit großem Datenfundament aus über 15 Jahren hervor. Ferner bietet die Lösung flexible und individuelle Anpassung an verschiedene Gesetze und Richtlinien im Rahmen von CSR. Laut eigenen Angaben handelt es sich um ein nachweisbasiertes Unternehmen, welches aufgrund von großen Analyseteams ihren Kunden ausschließlich qualitativ hochwertige, vertrauenswürdige und validierte Daten für Unternehmensentscheidungen zur Verfügung stellen kann. [8, 9].

Direkt darauf folgt IntegrityNext mit einem eigenen Lizenzmodell, wodurch auch kleineren Unternehmen der Zugang zu Lieferantendaten ohne eigene Erhebung ermöglicht wird. Die Vergabe von Lieferantenfragebögen ermöglicht eine reibungslose Einbindung neuer Lieferanten in das Datensystem sowie die Bewertung. Konkrete Garantien auf die Richtigkeit der Daten wird allerdings nicht gegeben [10].

SAP Ariba auf dem dritten Platz bietet entscheidende Vorteile durch sein direktes Zusammenhängen mit anderen SAP Produkten und der Möglichkeit der direkten Integration. Selbst EcoVadis als Konkurrenz kann an Ariba angebunden werden. SAP bietet mit seinem Nachhaltigkeitsprodukt Ariba eine Plattform mit über 600.000 öffentlichen und privaten Quellen. Problematisch ist besonders die fehlende Verifizierung von den gewonnenen Informationen aus den benannten Quellen [11].

Assent Compliance scheint zunächst ein sehr vielversprechendes Produkt zu sein, doch fehlt es hier an wichtigen Funktionen, welche zwar nicht direkt LkSG-relevant sind, aber für Unternehmen dennoch einen hohen Stellenwert haben. Darunter fallen Auditmanagement, Benchmarking, Energie-, Vorfall – oder Inspektionsmaßnahmenmanagement. Vorteilhaft an Assent ist allerdings die umfassende Entwicklungsplan mit Blick auf zukünftige Richtlinien, Gesetze und individuelle Anforderungen in der A&M-Branche [12].

Sphera dagegen scheint auf Basis von Kundenmeinungen eher für den Gebrauch in der sozialen Branche verwendet zu werden. Aufgrund mangelnder Automatisierbarkeit und kaum supportseitiger Hilfestellungen bleibt Sphera punktechnisch weit hinter den anderen. Sphera bietet im Vergleich zu anderen Anbietern eine breite Palette an Funktionen, welche sich bereits seit 1978 mit dem Risikomanagement auseinandersetzen [13].

Zusammenfassend geht aus dieser Scoringtabelle der neutrale Sieger EcoVadis hervor, wobei in Bezug auf ein

konkretes Unternehmen die Entscheidung anders getroffen werden kann.

D. Fallbeispiele Robert Bosch GmbH und BITZER GmbH

Für die Anwendung des Modells wurden Experten der Robert Bosch GmbH und der Bitzer GmbH zur Auswahl einer Software für das jeweilige Unternehmen befragt. Die Wahl fiel auf diese Unternehmen aus der A&M- Branche, da sie Partnerunternehmen der Autorinnen sind und Einblicke in verschiedene Unternehmen mit unterschiedlicher Unternehmensgröße bieten. Darüber hinaus zeichnen sich beide Unternehmen durch einen hohen Grad der Internationalisierung aus und verfügen über ein breites Netzwerk von Lieferanten und Kunden.

Die Robert Bosch GmbH setzt neben Eigenentwicklungen auf den Anbieter EcoVadis. Unternehmerische Entscheidungen fielen auf diese Lösung aufgrund ihrer Erfahrung und Zusammenarbeit mit internationalen Großkonzernen sowie verschiedenster Gesetze und Standards [14, 15].

Die BITZER GmbH entschied sich nach einer ausführlichen Toolentscheidung für IntegrityNext. Gründe hierfür sind die Lizenzmodelle für das Unternehmen und die Einfachheit hinsichtlich der Implementierung sowohl für das Unternehmen selbst als auch für Tochterunternehmen, welche SAP nicht als ERP-System verwenden. Eine konkrete Entscheidung wurde vor allem zwischen SAP Ariba und IntegrityNext getroffen [16].

E. Blick in die Zukunft

Welche der Lösungen zukünftig Marktführer sein wird, wird sich in einiger Zeit zeigen. Besonders mit der Einführung weiterer Gesetze werden sich die Ergebnisse der einzelnen Lösungen nochmals verändern. In Zukunft soll für alle Softwareanbieter ein gemeinsames Datenökosystem geschaffen werden, sodass unabhängig von der eingekauften Software eine gemeinsame Datengrundlage besteht und alle Marktteilnehmer Zugriff auf mittelbare und unmittelbare Lieferanteninformationen haben.

IV. DATENÖKOSYSTEM CATENA-X

A. Datenökosysteme

Um die Umsetzung des LkSG zu erleichtern, können die in Abschnitt III erläuterten unternehmensinternen Anwendungen an ein digitales Ökosystem angebunden werden. Bei diesen sogenannten Datenökosystemen handelt es sich um digitale Plattformen zum Austausch von Daten, die dazu genutzt werden können, global, unternehmensübergreifend Informationen geschützt auszutauschen (siehe Abb. 1) [17, S. 296].

In einem geschlossenem Ökosystem können die Daten zwischen den integrierten Unternehmen (Abb. 1 dunkle Punkte) ausgetauscht werden (siehe Linien Abb. 1). Dabei wird der Datentransfer von dem Plattformbetreiber als Provider (Abb. 1 heller Punkt) mithilfe der Metadaten (Abb. 1 gestrichelte Linien) überwacht und dokumentiert [18, S. 7-14].

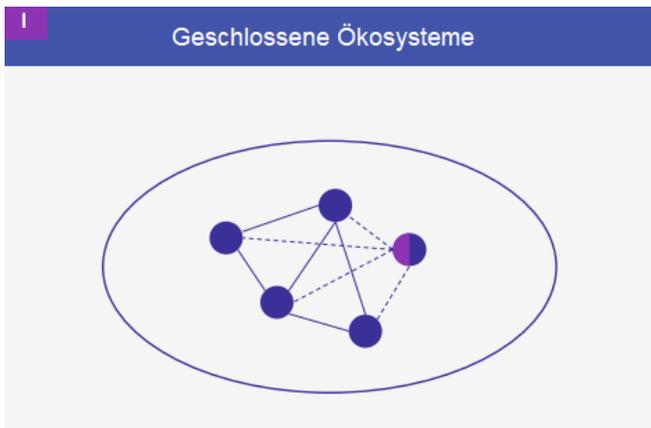


Abb. 1: Geschlossenes Datenökosystem [18, S. 11]

Eine Erweiterung des geschlossenen Ökosystems ist das offene Datenökosystem (siehe Abb. 2).

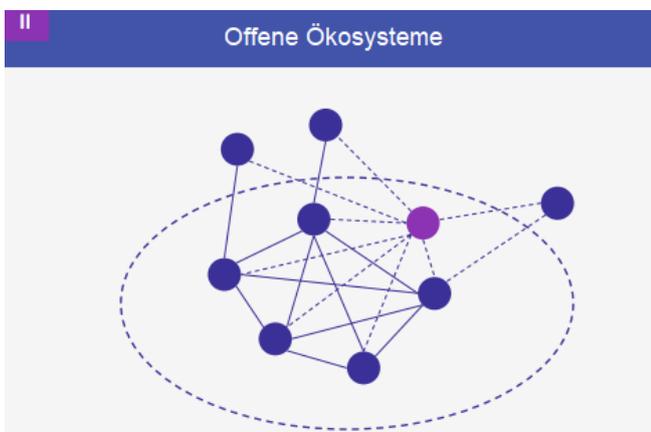


Abb. 2: Offenes Datenökosystem [18, S. 11]

Bei einem offenen Datenökosystem können die Daten auch mit Unternehmen ausgetauscht werden, die nicht Teil des Ökosystems sind. Die Sicherheit des Datentransfers wird in offenen Ökosystemen durch einheitliche betreiberkonforme Nutzungsbedingungen und über den Austausch von Metadaten mit dem Provider sichergestellt [18, S. 7-14].

Ein Zusammenschluss aus verschiedenen offenen Datenökosystemen bildet eine sogenannte Föderation (siehe Abb. 3) [18, S. 7-14].

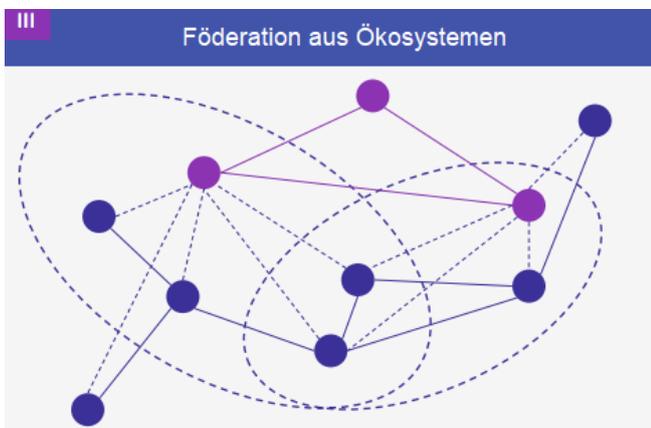


Abb. 3: Zusammenschluss offener Datenökosysteme [18, S. 11]

Dieses Bündnis wird von einem außenstehenden Provider, der die anderen Plattformbetreiber überwacht und einen

ökosystemübergreifenden Datenaustausch ermöglicht, verwaltet [18, S. 7-14].

Das im folgenden Abschnitt behandelte offene Datenökosystem Catena-X basiert auf der Gaia-X-Initiative, einer geplanten Föderation europäischer Ökosysteme auf Grundlage des International Data Space (IDS) Standard [17, 112-115; 163-165], [18, S. 7-14].

B. Catena-X

Das im Jahr 2019 ins Leben gerufene offene Datenökosystem Catena-X ist eine Initiative der europäischen Automobilindustrie, um einen IDS geschützten Datenaustausch zwischen Unternehmen entlang deren Wertschöpfungsketten zu ermöglichen. Zu der Kooperation gehören verschiedenste Lieferanten und Zulieferer der Branche, bspw. BMW, Deutsche Telekom, Robert Bosch und SAP. Dabei behalten die Unternehmen die Datenhoheit ihrer Daten und der IDS-Standard gewährleistet den sicheren, souveränen und DSGVO-konformen Austausch von Daten zwischen den Unternehmen [18, 7-14; 508].

1) *Anwendungsfälle von Catena-X:* Zu den Anwendungsfällen von Catena-X gehören unter anderem die Integration und Austausch der Produktionsdaten, die Nutzung von Echtzeitdaten für die Fahrzeugentwicklung und wie im Falle dieser Seminararbeit der Austausch von Daten entlang der Lieferkette [3]. Dadurch können Daten über Lieferanten, Details zu Produktionsgütern und Informationen zur vor- und nachgelagerten Lieferkette ausgetauscht werden. Die Vernetzung und Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette soll der europäischen Automobilindustrie einen internationalen Wettbewerbsvorteil in der zunehmenden digitalisierten Geschäftswelt verschaffen [17, S. 18-19], [18, S. 9-10].

2) *Potenziale und Herausforderungen der Toolanbindung:* Die Anbindung an verschiedene unternehmensinterne Anwendungen, Softwares und Tools an Catena-X bietet Potenziale zur umfassenden Effizienzsteigerung durch die Verbesserung der Datentransparenz und die Förderung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen und Unternehmen. Durch den sicheren Datenaustausch und der damit geschaffenen Vertrauensgrundlage können Unternehmen fundierte Entscheidungen treffen und die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette verbessern [18, S. 7-14].

Datenaustauschnittstelle: Der von Catena-X bereitgestellte Eclipse Data Space Connector (EDC) bietet zusätzliches Potenzial für die Toolanbindung (siehe Abb. 4). Durch diese Verbindung lässt sich ein souveräner, schneller und sicherer Datenaustausch mit anderen Unternehmen gewährleisten.

Für den Austausch der Daten über Catena-X muss die Datenqualität und -konsistenz sowie die Sicherheit und der Datenschutz sichergestellt werden, sodass die Herausforderung bei der korrekten Anbindung der Tools an Catena-X besteht. Diese erfordert eine technisch komplexe Integration, welche besondere Fachkenntnisse und Ressourcen voraussetzt [19].

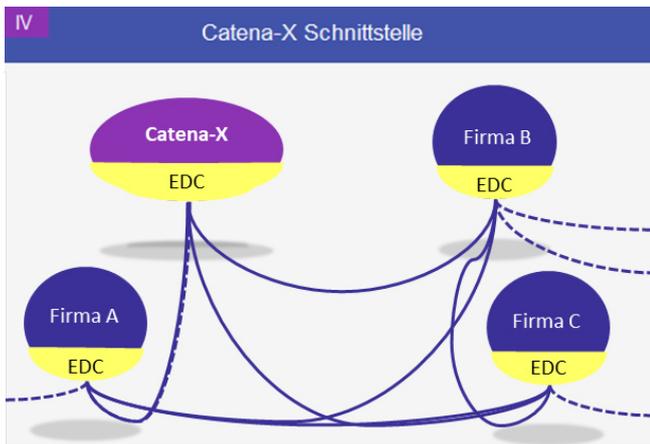


Abb. 4: EDC Datenaustauschnittstelle [19]

V. FAZIT

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das LkSG einen wichtigen Schritt in Richtung einer verantwortungsvollen und nachhaltigen Gestaltung von globalen Lieferketten darstellt. Es verpflichtet Unternehmen zur Umsetzung von Sorgfaltspflichten in Bezug auf Menschenrechte und Umweltschutz. Der Vergleich mit internationalen Gesetzen zeigt, dass das LkSG umfassender und spezifischer in Bezug auf die Anforderungen an Unternehmen ist. In direkter Vorbereitung für das kommende europäische Gesetz ist die Detailtiefe des Gesetzes die optimale Grundlage für deutsche Unternehmen, um sich bereits mit den Anforderungen vertraut zu machen und entlang der unmittelbaren Lieferanten verschiedene IT-seitige Unterstützungen zu testen.

Die Auswahl geeigneter Softwarelösungen mittels eines Toolscoringverfahrens ermöglicht Unternehmen eine effektive Umsetzung und Überwachung der Sorgfaltspflichten.

Das Datenökosystem Catena-X bietet zudem Potenzial für einen sicheren Datenaustausch und eine verbesserte Zusammenarbeit entlang der Lieferkette. Es handelt sich um eine vielversprechende Initiative zur Schaffung einer digitalen Dateninfrastruktur für die Automobilindustrie. Die Anwendungsfälle und Potenziale bieten Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung und zur Schaffung neuer Geschäftsmöglichkeiten.

Insgesamt ermöglicht das LkSG Unternehmen, ihrer Verantwortung gerecht zu werden und einen positiven Beitrag zu Menschenrechten und Umweltschutz zu leisten. Die Herausforderung besteht vorrangig in der korrekten Auswahl einer geeigneten Software für die Anforderung eines Unternehmens und der fehlenden Produktivsetzung von Catena-X.

LITERATUR

- [1] Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. „Hintergrund: Lieferketten und Lieferkettengesetz.“ <https://www.bmz.de/de/themen/lieferketten/hintergrund-lieferketten-lieferkettengesetz> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [2] Bundestag. *Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten: LkSG* (2021), 2021.
- [3] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. „Berichtspflicht.“ https://www.bafa.de/DE/Lieferketten/Berichtspflicht/berichtspflicht_node.html;jsessionid=1C6632D75AB9CF38CE68C171D32D8407.intranet241 (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [4] *Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung*, 26000:2010, Internationale Organisation für Normung, (2010).
- [5] Europäische Kommission, *Vorschlag für eine RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Sorgfaltspflichten von Unternehmen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und zur Änderung der Richtlinie (EU) 2019/1937*, 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:bc4dcea4-9584-11ec-b4e4-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF
- [6] SourceForge. „Assent vs. EcoVadis vs. IntegrityNext vs. Sphera Supply Chain Risk Management Comparison.“ <https://sourceforge.net/software/compare/Assent-vs-EcoVadis-vs-IntegrityNext-vs-Sphera-Supply-Chain-Risk-Management/> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [7] G2. „Assent ESG vs. Ecovadis vs. IntegrityNext vs. Sustainability Data for SAP Ariba Sourcing / API | G2.“ <https://www.g2.com/compare/assent-esg-vs-ecovadis-vs-integritynext-vs-sustainability-data-for-sap-ariba-sourcing-api> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [8] T. Reilly, *Merkmale EcoVadis*.
- [9] EcoVadis. „Die weltweit zuverlässigsten und Nachhaltigkeitsratings für Unternehmen.“ <https://ecovadis.com/de/> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [10] IntegrityNext. „Die Lösung für Nachhaltigkeit in der Lieferkette.“ <https://www.integritynext.com/de/> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [11] SAP. „SAP Ariba Login for Buyers and Suppliers.“ <https://www.sap.com/products/spend-management/ariba-login.html> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [12] Assent. „Nachhaltigkeitsmanagement in der Lieferkette für komplexe Hersteller | Assent.“ <https://www.assent.com/de/> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [13] Sphera. „Sphera | Nachhaltigkeit, Betriebsrisikomanagement und EHS-Software.“ <https://sphera.com/?lang=de> (Zugriff am: 12. Juli 2023).
- [14] A. Tode, *Anwendungen und Systeme zur Umsetzung des LkSG in der Robert Bosch Gruppe*.
- [15] E. Winter, *Anwendungen und Systeme zur Umsetzung des LkSG in der Robert Bosch GmbH (Deutsche Rechtseinheit)*.
- [16] S. Bauer, *Anwendungen und Systeme zur Umsetzung des LkSG bei der Firma BITZER*.
- [17] M. Rohde, M. Bürger, K. Peneva und J. Mock, *Datenwirtschaft und Datentechnologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2022.
- [18] B. Otto, M. ten Hompel und S. Wrobel, *Designing Data Spaces: The Ecosystem Approach to Competitive Advantage*, 1. Aufl. (Springer eBook Collection). Cham: Springer International Publishing; Imprint Springer, 2022.
- [19] Catena-X. „Catena-X Automotive Network | Catena-X.“ <https://catena-x.net/de/> (Zugriff am: 30. Mai 2023).

Beratung im Wandel: Herausforderung und Chancen von neuen Technologien und Geschäftsmodellen für eine zukunftsfähige Unternehmensberatung

Benedikt Baur
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
info@benediktbaur.com

Sophia Hamberger
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
hambergersophia@web.de

Pia Seiz
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
pia.seiz@web.de

Abstract—Die fortschreitende Entwicklung künstlicher Intelligenz (KI) stellt die Unternehmensberatung vor neue Herausforderungen und bietet gleichzeitig Chancen. Diese Projektstudie untersucht den Einfluss von KI auf die Unternehmensberatung. Anhand einer Fallstudie werden die Antworten des KI-Modells mit den Antworten von Beratern verglichen, um die Qualität der generierten Informationen zu bewerten. Die Erkenntnisse legen nahe, dass künstliche Intelligenz nach dem aktuellen Stand repetitive Aufgaben automatisieren und die Produktivität von Beratern steigern kann. Dennoch bleibt der Mensch ein entscheidender Erfolgsfaktor, da insbesondere kreative und soziale Fähigkeiten nicht vollständig von KI ersetzt werden können.

Keywords—Unternehmensberatung, digitaler Wandel, ChatGPT, künstliche Intelligenz, Geschäftsmodell

I. EINLEITUNG

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein hochaktuelles Thema, welches spätestens seit der Veröffentlichung von ChatGPT3 im November 2022, in allen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Bereichen angekommen ist. Während die einen die Befürchtung äußern, dass künstliche Intelligenz zu erheblichen ökonomischen und sozialen Turbulenzen führen könnte, sehen andere in KI ein enormes Potenzial zur Verbesserung unseres Lebens [3]. Diese unterschiedlichen Perspektiven führen zu einer Debatte über die Rolle und den Einfluss von KI in verschiedenen Sektoren. Ein Bereich, in dem die Auswirkungen von KI ebenfalls zu spüren sind, ist die Beratungsbranche. Hier bietet KI nicht nur die Möglichkeit, bestehende Prozesse zu optimieren und neue Dienstleistungen zu entwickeln, sondern stellt auch die traditionellen Arbeitsweisen und Geschäftsmodelle in Frage. Im Folgenden werden wir uns detailliert mit der Rolle von KI in der Beratungsbranche auseinandersetzen, die Chancen und Herausforderungen für Berater beleuchten und daraus Handlungsempfehlungen für die Praxis ableiten.

A. Status Quo der Unternehmensberatung

Die Unternehmensberatung ist eine Dienstleistung, die sich darauf konzentriert, Probleme zu identifizieren und zu analysieren und Handlungsempfehlungen für Unternehmen zu erarbeiten, um den Kunden bei der Problemlösung zu unterstützen. Beratung stellt damit eine externe Unterstützung für einen erfolgreichen Wandel dar und die Berater werden als Experten für bestimmte Themengebiete eingesetzt [29].

Der Beratungsprozess basiert sowohl auf einem transitiven als auch einem reflexiven Beratungsverständnis auf. Die Erteilung von Ratschlägen repräsentiert die transitive Beratung, bei der das Wissen der beteiligten Personen ungleich verteilt ist. Das reflexive Verständnis bezieht sich

auf die Interaktionsbeziehung auf partnerschaftlicher Ebene zwischen den Beteiligten und fokussiert die Förderung des Kunden, unabhängig von der konkreten Problemlösung [27]. Das Tätigkeitsfeld in der Beratung ist dabei breit gefächert. Inhaltlich werden verschiedene Kerngebiete von Management über IT-Prozesse bis Outsourcing behandelt [15].

Insbesondere durch die Folgen der Digitalisierung und der sich stetig weiterentwickelnden und dynamischen Branche kommen neue Chancen und Herausforderungen in der Beratung auf.

Die Unternehmensberatung hat in den letzten Jahrzehnten ein bemerkenswertes Wachstum erlebt und ist zu einer globalen Industrie geworden. Unternehmen aller Größenordnungen greifen vermehrt auf die Expertise externer Berater zurück, um ihre Geschäftsprozesse zu verbessern, strategische Entscheidungen zu treffen und Wettbewerbsvorteile zu erlangen. So gab es im Jahr 2022 ein Umsatzplus von 15% in der Consultingbranche und auch im Jahr 2023 wird mit einem Umsatzplus von 20% gerechnet [5]. Die Bedeutung der Unternehmensberatung liegt nicht nur in der Lieferung von Lösungen, sondern auch in der Bereitstellung von Fachwissen, das Unternehmen bei der Bewältigung komplexer Herausforderungen unterstützt.

Insbesondere die digitale Transformation hat einen erheblichen Einfluss auf die Unternehmensberatung. Beratungsunternehmen helfen Kunden dabei, die Potenziale der Digitalisierung zu nutzen, neue Technologien zu implementieren und ihre Prozesse zu optimieren. Dabei geht es nicht nur um die Einführung von Software und Tools, sondern auch um die Umgestaltung von Geschäftsmodellen, die Entwicklung digitaler Strategien und die Integration von Datenanalysen und KI. Die Unternehmensberatung hat auch von der technologischen Entwicklung profitiert, indem sie digitale Lösungen in ihre Arbeitsweisen integriert hat [25].

Zudem sind Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung zu wichtigen Themen in der Geschäftswelt geworden, und die Unternehmensberatung spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Beratungsunternehmen unterstützen ihre Kunden bei der Entwicklung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien, der Integration von Umweltaspekten in ihre Geschäftsmodelle und der Förderung sozialer Verantwortung [4].

Doch trotz der positiven Einflüsse bergen sich diverse Herausforderungen. [16] Insgesamt werden die Anforderungen vielschichtiger. Der Berater nimmt von Konzeptsteller über Coach, bis Projektleiter verschiedene Rollen ein, die mit steigendem Druck und Stress einhergehen, sowie der Bedarf an verstärkten Digitalkompetenzen.

Zudem verändern sich die Strukturen innerhalb der Beratung. Die klassischen Hierarchien werden flacher und insbesondere Agilität ist gefragt. Die Managementaufgaben werden weniger und der Fokus liegt auf dem operativen Geschäft. Im Laufe der Zeit ist zudem die Zahl Start-up Konkurrenten gestiegen. Immer mehr junge Menschen in der Beratung wechseln von den großen Häusern zu Start-ups, welche den Preisdruck auf die großen Beratungsunternehmen erhöhen [16]. Eine weitere Herausforderung stellt zudem die Stellenbesetzung dar. Die steigende Nachfrage an Beratungsleistungen führt zu einem höheren Bedarf an Beratern, der sich aufgrund des hohen Arbeitspensums als nicht besonders leicht zu decken herausstellt [9][16].

B. Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Forschungsarbeit verfolgt das Ziel, eine fundierte Einschätzung darüber zu liefern, inwiefern KI den Beruf des Unternehmensberaters in der Zukunft verändern oder sogar ersetzen könnte. Unser methodisches Vorgehen beruht dabei auf der sorgfältigen Analyse bestehender Literatur, der Untersuchung der Leistungsfähigkeit von KI bei der Bearbeitung von Case Studies und der Einschätzung eines Experten.

Zur Bearbeitung der Case Studies wird repräsentativ das GPT-4 Modell von OpenAI verwendet.

Auf Grundlage der gesammelten Informationen und Erkenntnisse entwickeln wir hypothetische Handlungsempfehlungen. Diese dienen dazu, mögliche Auswirkungen von KI auf die Unternehmensberatung zu antizipieren und Strategien zur Anpassung an oder Nutzung dieser Veränderungen vorzuschlagen.

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit richtet sich auf generative KI-Modelle. Dennoch wird gelegentlich auch auf die Anwendung weiterer KI-basierter Technologien Bezug genommen.

II. EINFÜHRUNG IN DIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Das Fraunhofer Institut definiert KI als ein „Teilgebiet der Informatik. Sie imitiert menschliche kognitive Fähigkeiten, indem sie Informationen aus Eingabedaten erkennt und sortiert. Diese Intelligenz kann auf programmierten Abläufen basieren oder durch maschinelles Lernen erzeugt werden [22].“ Mit anderen Worten: die KI ist ein Ansatz zur Nachahmung der menschlichen Intelligenz [34].

A. Teilgebiete der KI

In diesem Abschnitt werden die drei Teilgebiete von KI, welche am relevantesten für generative KI sind, vorgestellt.

1) *Machine Learning*: Machine Learning umfasst verschiedene Methoden, bei denen Zusammenhänge in vorhandenen Datensätzen durch Lernprozesse erkannt werden, um darauf aufbauend Vorhersagen zu treffen. Es gibt viele verschiedene Konzepte dieses Begriffs aber Buxmann und Schmidt (Jahr) definieren Maschinelles Lernen als „die Fähigkeit einer Maschine oder Software, bestimmte Aufgaben zu lernen, beruht darauf, dass sie auf Basis von Erfahrungen (Daten) trainiert wird.“ Zu den Verfahren des maschinellen Lernens gehören supervised learning, unsupervised learning und reinforcement learning [11].

2) *Deep Learning*: Deep Learning ist ein Ansatz im Bereich des maschinellen Lernens, der auf künstlichen neuronalen Netzen (KNN) basiert. Die Grundidee hinter der

Entwicklung von KNN ist die Simulation des (menschlichen) Gehirns. Ein entscheidender Vorteil von neuronalen Netzen ist ihre mehrschichtige Struktur, durch die sie komplexe Zusammenhänge erlernen, die für einen einfachen Algorithmus verborgen bleiben [11].

3) *Natural Language Processing*: Diese Methode bezieht sich auf Technologien zur automatischen Erkennung und Verarbeitung natürlicher Sprache und zielt darauf ab, eine direkte Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu ermöglichen. Die Maschine muss nicht nur gesprochene Sprache, sondern auch geschriebene Sprache und ganze Texte verstehen und analysieren. Gerade die Komplexität und Mehrdeutigkeit von Sprache stellt dabei eine besondere Herausforderung dar. Die KI muss die Sprache sowohl erfassen als auch die Grammatik, Bedeutungen und Beziehungen sowie Mehrdeutigkeiten erkennen und in den richtigen Kontext setzen. Eine weit verbreitete Anwendung der NLP findet sich Chatbots wie Alexa und Siri [34].

B. Generative KI

Die Definition neuer Technologien, wie der generativen KI, ist aufgrund ihrer ständigen Weiterentwicklung eine Herausforderung. Bei der generativen KI generieren Maschinen neue Inhalte, anstatt vorhandene Daten zu analysieren. Es handelt sich um eine komplexe Technologie, bei der hochentwickelte Systeme und umfangreiche Modelle zum Einsatz kommen. Sie wird jedoch immer zugänglicher und erschwinglicher, was die Technologie zu einem wesentlichen Bestandteil der technischen Welt macht. Für viele Menschen war eine der ersten Kontaktpunkte mit generativer KI durch ChatGPT, welches am 30. November 2022 online ging und schnell zu einem weltweiten Trend mit über eine Million Anmeldungen in der ersten Woche heranwuchs [39].

ChatGPT steht für „generative pre-trained transformer“ und ist ein auf KI basierender Chatbot, der von OpenAI in den USA entwickelt wurde. Anfangs wurden ChatGPT vorgefertigte Textantworten zur Verfügung gestellt. Durch den Einsatz von selbstüberwachtem Lernen erhielt die Software Rückmeldungen von den Entwicklern und konnte nach mehreren Iterationen eine Antwort generieren. Nach mehreren Trainingszyklen war ChatGPT in der Lage, präzise, kohärente Antworten auf gestellte Fragen zu liefern. Das Programm greift nicht auf das Internet zu, sondern wurde mit einer Vielzahl von Textquellen trainiert, darunter Zeitungsartikel, Bücher, Beiträge aus sozialen Medien und Online-Foren sowie den Interaktionen mit Benutzern [39].

Eine der nützlichsten Funktionen von ChatGPT ist die Recherche. Im Unterschied zu konventionellen Suchmaschinen liefert ChatGPT direkte Antworten auf gestellte Fragen, anstatt dass der Benutzer mehrere unterschiedliche Quellen durchsuchen muss. Aufgrund seiner kontinuierlichen Lernfähigkeit, optimiert der Chatbot seine Leistung mit jeder Interaktion, was zu präziseren Antworten und einem verbesserten Sprachverständnis führt [39]. Mit seinen fortgeschrittenen Fähigkeiten konnte ChatGPT zum Beispiel zwei medizinische Staatsexamina erfolgreich absolvieren [1].

III. (GENERATIVE) KI – CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Die bedeutende Rolle, die KI in unserer Gesellschaft und Wirtschaft spielt, lässt sich nicht leugnen. KI bietet erhebliche Möglichkeiten zur Verbesserung und Effizienzsteigerung von Prozessen in einer Vielzahl von Branchen, von der Gesundheitsversorgung bis zur Fertigung [14]. Ein Schlüsselfaktor dabei ist die bemerkenswerte Fähigkeit der KI, immense Mengen an Daten schnell und präzise zu analysieren. Durch dieses Talent lassen sich Muster identifizieren, genaue Vorhersagen treffen und komplexe Entscheidungen unterstützen, was über die menschlichen Fähigkeiten hinausgeht [31].

Zudem hat KI den entscheidenden Vorteil, dass sie im Gegensatz zu Menschen in der Lage ist, rund um die Uhr zu arbeiten. Sie ist nicht anfällig für die Unzulänglichkeiten, die menschliche Arbeitnehmer beeinflussen, wie Ermüdung oder persönliche Vorurteile, was ihre Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit erhöht [7].

Dennoch dürfen wir uns nicht der Illusion hingeben, dass die Implementierung und Anwendung von KI ohne Herausforderungen ist. Ethik, Datenschutz, der Bedarf an technischer Expertise und die Qualität der Daten, auf denen KI-Modelle trainiert werden, sind nur einige der Hindernisse, die zu bedenken sind [28]. Eine KI kann nur so gut sein wie die Daten, die ihr zur Verfügung gestellt werden. Fehlerhafte oder voreingenommene Daten können daher zu ungenauen oder sogar diskriminierenden Ergebnissen führen. Außerdem birgt die Übertragung sensibler Unternehmensdaten an KI-Dienste und externe Server erhebliche Sicherheitsrisiken und könnte gegen Datenschutzgesetze, wie der DSGVO, verstoßen.[43]

Man geht außerdem davon aus, dass emotionale Aspekte eine sehr wesentliche Herausforderung für künstliche Intelligenz darstellen. Der Grund liegt in der Komplexität und Vielfalt menschlicher Emotionen und deren Kontexte, welche KI-Systeme oft schwer zu verstehen finden [32]. Darüber hinaus sind Emotionen oft eng mit nonverbalen Signalen verbunden, die eine KI möglicherweise nicht korrekt interpretieren kann [35]. Zudem können Menschen gleichzeitig mehrere Emotionen erleben oder Emotionen ausdrücken, die im Widerspruch zu ihren tatsächlichen Gefühlen stehen, was für KI-Systeme zusätzlich erschwerend ist [37].

A. Kann KI Berater ersetzen?

Die Befürchtung, dass KI menschliche Arbeitskräfte ersetzen könnte, ist weit verbreitet. In der Beratungsbranche ist die Frage, ob KI Berater ersetzen kann, durchaus relevant. Während KI im Bereich einfacher und repetitiver Aufgaben bereits erfolgreich eingesetzt wird, bleibt die Beratung, insbesondere in komplexen und strategischen Angelegenheiten, eine stark menschenzentrierte Disziplin [6].

Trotz des enormen Potenzials der KI scheitert sie in bestimmten Schritten des Beratungsprozesses, vor allem in denen, die tiefe menschliche Fähigkeiten erfordern. Im ersten Schritt der Problem- und Zieldefinition sind beispielsweise Empathie und die Fähigkeit, komplexe zwischenmenschliche Dynamiken zu navigieren, entscheidend. KI-Modelle haben Schwierigkeiten, Emotionen zu erkennen und adäquat darauf zu reagieren. Bei der Lösungsentwicklung sind oft Kreativität und Intuition gefragt, Fähigkeiten, die aktuelle KI-Modelle

auch noch nicht replizieren können. Die Umsetzung von Lösungen erfordert häufig Change Management Fähigkeiten und das Vermögen, Widerstände zu überwinden, was ebenfalls über die Fähigkeiten der KI hinausgeht [8].

Generative KI-Systeme wie GPT können zudem Antworten liefern, die auf den ersten Blick sehr logisch und fundiert wirken. Dennoch ist es nicht ungewöhnlich, dass diese Systeme auf falschen oder erfundenen Annahmen basierende Schlussfolgerungen und Argumente liefern, was sich fatal auf die darauf basierende Beratungsleistung auswirken kann [6]. Auch wenn aktuelle generative KI-Systeme menschenähnlichen Text erzeugen, verstehen sie die zugrunde liegenden Konzepte nicht wirklich. Sie erkennen Muster in den Trainingsdaten, können aber keine unabhängige Analyse oder Bewertung durchführen [6]. Daher kann das Ergebnis manchmal keinen wirklichen Sinn ergeben oder praktisch nicht umsetzbar sein.

Ein Beispielfall, in dem ein Anwalt ChatGPT für ein Verfahren gegen eine Fluggesellschaft nutzte und durch von GPT erfundenen Präzedenzfällen eine erfolgreiche Klage unmöglich machte, unterstreicht die Notwendigkeit, Ergebnisse, die von KI-Systemen erzeugt werden, intensiv zu überprüfen [40].

Zudem können KI-Modelle, die auf historischen Daten basieren, inhärente Vorurteile oder falsche Annahmen replizieren [8]. Dies macht eine intensive menschliche Überprüfung und Verifizierung von durch KI erzeugten Inhalten unerlässlich.

In Anhang 1 befinden sich drei exemplarische Anwendungsfälle, in denen wir das GPT-4 Modell von OpenAI zur Lösung von Unternehmensberatungsaufgaben angewendet haben. Anschließend haben wir die entwickelten Lösungen mit den, von Unternehmensberatungen entwickelten, Musterlösungen verglichen.

In allen drei Fällen hat das GPT-4 Modell strukturierte Lösungen entwickelt, die wertvolle Einblicke in die jeweilige Problemstellung bieten. Die von den menschlichen Beratern entwickelten Lösungen waren jedoch in allen Fällen detaillierter und enthielten konkrete Beispiele und Hypothesen, die die Lösungen anschaulicher und greifbarer machten.

Der in einem Interview befragte Experte bestätigt, dass eine gute und zuverlässige Datengrundlage essenziell für ein gutes KI-Modell ist. Er berichtet außerdem von einem ansteigendem Interesse nach Forecasting Services während der Covid Pandemie und bestätigt “das Anwendungsfeld Generative AI [als] ein disruptives Thema”. Er teilt außerdem die Annahme, dass die zwischenmenschlichen Interaktionen, bei der Abwicklung komplexer Projekte, in naher Zukunft nicht von einer KI-Anwendung geleistet werden können. Er ist außerdem der Meinung, dass “erfahrende Berater noch einmal semantisch klären [müssen], ob die Analysen und Vorschläge tatsächlich zum Kunden beziehungsweise zur Situation passen [21].“

Diese Erkenntnisse unterstützen die Annahme, dass generative KI ein nützliches Werkzeug sein kann, um Inspirationen zu liefern und den Lösungsfindungsprozess zu unterstützen. Sie zeigen aber auch, dass menschliche Berater eine Schlüsselrolle dabei spielen, die von generativer KI bereitgestellten Informationen zu bewerten, zu validieren und in praktisch umsetzbare Lösungen umzusetzen.

Es ist daher wichtig, dass die Verwendung von generativer KI in der Beratung als Ergänzung und nicht als Ersatz für menschliches Denken und Wissen gesehen wird [17]. Ein hybrider Ansatz, der KI zur Automatisierung und Beschleunigung bestimmter Prozesse nutzt und den Menschen weiterhin die Aufgabe des kritischen Denkens, der kreativen Lösungsfindung und der Überprüfung und Validierung von Ergebnissen überlässt, könnte sich als am effektivsten erweisen.

B. Wie kann KI Berater unterstützen?

Künstliche Intelligenz (KI) bietet vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung von Beratern, insbesondere in den Bereichen Management, Strategie und IT-Beratung. Ihre Fähigkeiten zur Datenanalyse, Mustererkennung und automatisierten Informationsverarbeitung können erheblichen Mehrwert in mehreren Phasen des Beratungsprozesses bieten.

In der Phase der Informationsbeschaffung und -analyse, kann KI eingesetzt werden, um eine Vielzahl von Datenquellen zu überwachen und zu verarbeiten. Dies reicht von der Sammlung und Analyse von Daten bis hin zur Generierung neuer Ideen und Lösungsansätze. Durch die Anwendung von Techniken des maschinellen Lernens kann KI Muster in großen Datenmengen erkennen, was wertvolle Erkenntnisse für die Beratung liefern kann. Dies kann dabei helfen, fundierte Kenntnisse über spezifische Themen oder Anwendungsfälle zu erlangen. Darüber hinaus kann es Berater bei ihrer strategischen Entscheidungsfindung unterstützen, indem es hilft, Trends zu identifizieren oder Vorhersagen zu treffen. [28]

In diesem Kontext ist es unerlässlich zu betonen, dass generative KI-Tools präzise Eingaben benötigen, um genaue Ergebnisse zu liefern. Jede Unklarheit oder Mehrdeutigkeit in den Eingabedaten kann zu Fehlinterpretationen führen und das Ausgabenergebnis beeinträchtigen. Es ist daher entscheidend, klare und eindeutige Daten bereitzustellen, um das Risiko von Fehlern oder Ungenauigkeiten zu minimieren.

Auch organisatorische Aufgaben, wie das Optimieren von Terminkalendern, Entwickeln von Informationsmaterial oder Dokumentieren von Meetings können von KI übernommen und/oder optimiert werden.

Darüber hinaus können KI-gesteuerte Tools auch für die Erstellung von Berichten und Dashboards eingesetzt werden, um komplexe Daten auf eine visuell ansprechende und leicht verständliche Weise darzustellen. Dies spart wertvolle Zeit und Ressourcen, die sonst für manuelle Datenaufbereitung aufgewendet werden müssten [28].

In der Strategieberatung können KI-gestützte Entscheidungsmodelle dazu beitragen, den Prozess der Strategieentwicklung zu verbessern. Beispielsweise können durch KI-Modelle wie Decision Trees oder Random Forests komplexe Probleme modelliert und verschiedene Strategieoptionen simuliert werden [13]. So kann eine strategische Entscheidung auf der Grundlage umfangreicher Datenanalysen getroffen werden, was die Qualität der Entscheidungsfindung verbessert.

Unternehmen wie Blackrock setzen bereits auf KI-Lösungen, um komplexe Finanzdaten effizienter und präziser auszuwerten, mögliche Szenarien (wie Pandemien oä.) und deren ökonomische Einflüsse zu simulieren und fundierte

Investitions- und Risikomanagemententscheidungen zu treffen. [42].

In der IT-Beratung kann die KI dazu beitragen, IT-Infrastrukturen effizienter zu verwalten und zu optimieren. Mit Hilfe von Technologien wie maschinellem Lernen können KI-Systeme dazu genutzt werden, mögliche Fehler oder Probleme in der IT-Infrastruktur frühzeitig zu erkennen und zu beheben [30]. Darüber hinaus können KI-Tools dazu genutzt werden, die Sicherheit von IT-Systemen zu verbessern, indem sie zum Beispiel Anomalien im Netzwerkverkehr erkennen, die auf Cyber-Angriffe hindeuten könnten [10].

In der Softwareentwicklung können KI-Tools die Codierung effizienter gestalten, indem sie routinemäßige und repetitive Aufgaben automatisieren. Sie können auch dabei helfen, Fehler im Code zu identifizieren und zu beheben, und Entwicklern dabei helfen, ihre Produktivität zu steigern. Des Weiteren können sie genutzt werden, um Softwaretests zu automatisieren und so den Entwicklungszyklus zu verkürzen. Es gibt jedoch Herausforderungen, die berücksichtigt werden müssen. Eine davon ist die Notwendigkeit für Entwickler, neue Fähigkeiten zu erlernen, um diese KI-Tools effektiv nutzen zu können. [10]

Doch auch hier besteht die Gefahr, dass der Einsatz von nicht richtig implementiertem oder überprüfem KI generiertem Programmcode das Risiko von Fehlern oder Fehlfunktionen erhöht.

Auch den Prozess der Nachbereitung und Bewertung kann KI effizient unterstützen. Durch die Analyse von Leistungsdaten und Kundenfeedback kann die KI dazu beitragen, die Wirksamkeit von umgesetzten Strategien und Lösungen zu bewerten. Dies kann wertvolle Erkenntnisse für die kontinuierliche Verbesserung und Optimierung der Beratungsdienstleistungen liefern [36].

In Anbetracht der vielen Einsatzmöglichkeiten für KI ist es wichtig zu bedenken, dass das menschliche Gehirn dazu neigt, den Pfad des geringsten Widerstands zu wählen. Wenn eine Aufgabe automatisiert oder ausgelagert wird, sind wir weniger geneigt, uns darauf zu konzentrieren, da unser Gehirn die Aufgabe als abgeschlossen ansieht. Dies ist eng mit dem Konzept der "kognitiven Entlastung" verbunden. Durch die Auslagerung der Informationsverarbeitung an KI-Systeme riskieren wir eine Verringerung unseres kritischen Denkens und unserer Fähigkeit, neue Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten. Dies kann insbesondere in der Beratungsbranche problematisch sein, wo kontinuierliches Lernen und das Hinzufügen neuer Perspektiven und Informationen entscheidend sind.

B. Einfluss auf Geschäftsmodell

Die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) verändert die Unternehmensberatung erheblich und verlangt von Beratern, nicht nur Probleme zu identifizieren und Lösungen zu bieten, sondern diese auch umzusetzen [38]. KI ermöglicht Echtzeitentscheidungen, Prozessoptimierung und Effizienzsteigerung [19][20][17]. Datenanalyse durch KI hat die Entscheidungsfindung in vielen Organisationen verändert [15].

Firmen wie die Business Talent Group (BTG) mit speziellen Beratungspaketen stellen eine Herausforderung für traditionelle Beratungsunternehmen dar [38]. KI-Startups wie Praioritize und Mindset beeinflussen das Geschäftsmodell ebenfalls [12].

Diese Änderungen weisen auf das "Ende des Management Consulting, wie wir es kennen" hin, bieten aber auch neue Möglichkeiten (23). Beratungsunternehmen müssen flexible, adaptive und technologiegestützte Modelle implementieren, um den sich ändernden Bedürfnissen ihrer Kunden gerecht zu werden (38).

Große Beratungsunternehmen wie McKinsey und die Boston Consulting Group (BCG) müssen ihre Geschäftsmodelle anpassen, um wettbewerbsfähig zu bleiben und verschiedene KI-Technologien zur Geschäftsprozessoptimierung und Strategieentwicklung zu nutzen [38].

Neue Startups werden mit neuen Lösungen auf den Markt kommen und die Abhängigkeit von externen Beratern wird zunehmen, was dazu führt, dass Beratungsunternehmen KI verwenden, um ihre Kunden effektiver zu bedienen [38].

IV. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Ausbildung und Schulungen:

- Implementieren Sie regelmäßige Schulungen und Workshops, um Mitarbeiter in der korrekten Verwendung der KI-Tools zu schulen.
- Sensibilisieren Sie für den Datenschutz und vermitteln Sie Best Practices in Bezug auf die Einhaltung von Datenschutzstandards.

Innovationsmanagement:

- Etablieren Sie ein effektives Innovationsmanagement, um auf dem neuesten Stand von sich schnell entwickelnden Technologien wie KI zu bleiben.
- Stellen Sie sicher, dass Sie einen guten Überblick über aktuelle und aufkommende Trends in der KI- und Technologiebranche haben.

Erweiterung der KI-Kompetenz:

- Verbessern Sie das Verständnis und die Nutzung von KI-Tools und -Technologien durch unternehmensweite Initiativen.
- Stellen Sie KI-Spezialisten ein oder bilden Sie bestehende Mitarbeiter weiter, um KI-Kompetenzen aufzubauen.

Implementierung von KI in Geschäftsprozessen:

- Untersuchen Sie, wie KI in verschiedenen Geschäftsprozessen genutzt werden kann, um Effizienz und Ergebnisse zu verbessern.
- Führen Sie Pilotprojekte durch, um die Wirksamkeit der KI-Implementierung zu testen und zu verfeinern.

Gestaltung von KI-Ethik und Governance:

- Entwickeln Sie klare Richtlinien und Verfahren für die ethische Nutzung von KI.
- Implementieren Sie Governance-Strukturen, um die Einhaltung der KI-Ethik und -Richtlinien zu gewährleisten.

V. KRITISCHE REFLEXION

Die vorliegende Untersuchung gibt einen umfassenden Überblick über die Rolle der KI in der Unternehmensberatung. Allerdings gibt es auch Grenzen.

Zum einen ist die Beratung von Natur aus eine sehr individuelle Tätigkeit, die stark von den spezifischen Bedürfnissen und Anforderungen des jeweiligen Kunden abhängt. Daher gestaltet sich der Vergleich mit einer Musterlösung schwierig. Zweitens besteht die Untersuchung hauptsächlich auf einer Sammlung von Chancen und Herausforderungen. Um die tatsächlichen Auswirkungen von KI auf die Beratungsbranche zu untersuchen, sind detailliertere Untersuchungen erforderlich. Dies könnte in Form von Interviews, Umfragen oder Tests mit verschiedenen KI-Systemen erfolgen, um ein umfassenderes und repräsentativeres Bild der Situation zu erhalten. Drittens konzentriert sich unsere Untersuchung ausschließlich auf das Sprachmodell ChatGPT. In zukünftigen Untersuchungen wäre es sinnvoll, verschiedene KI-Modelle zu betrachten, insbesondere solche, die speziell für Beratungsaufgaben entwickelt wurden. Dies würde helfen, ein breiteres Verständnis der Möglichkeiten und Grenzen von KI in der Beratungsbranche zu erlangen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unsere Untersuchung wichtige Einblicke in die Rolle von KI in der Beratungsbranche bietet, aber weitere Forschung notwendig ist, um ein vollständiges Bild der Auswirkungen und Potenziale von KI in diesem Bereich zu erhalten.

VI. FAZIT & AUSBLICK

Diese Forschungsarbeit liefert eine fundierte Einschätzung darüber, inwiefern künstliche Intelligenz den Beruf des Unternehmensberaters in der Zukunft beeinflussen könnte. Aus den Untersuchungen ergibt sich, dass eine Kombination aus menschlicher Beratung und künstlicher Intelligenz den größten Nutzen verspricht.

Die einzigartigen Fähigkeiten menschlicher Berater in den Bereichen kritisches Denken, Problemlösung und Kommunikation sind weiterhin unerlässlich. KI-Systeme können jedoch die Effizienz erheblich steigern, insbesondere durch die Automatisierung repetitiver und zeitaufwändiger Aufgaben, wodurch Berater sich auf komplexere und kreativere Aspekte der Beratung konzentrieren können.

Beratungsunternehmen sollten den Fokus auf Aufgaben legen, bei denen menschliche Expertise erforderlich ist. KI kann hierbei ein unterstützendes Werkzeug sein, jedoch sollte die endgültige Entscheidung immer beim menschlichen Berater liegen. Die Rolle von KI in der Beratungsbranche birgt sowohl Chancen als auch Herausforderungen. Trotz ihres enormen Potenzials sollten KI-Systeme als Ergänzung zur menschlichen Arbeit betrachtet werden, nicht als Ersatz. Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass eine synergetische Zusammenarbeit zwischen menschlichen Beratern und KI-Systemen den größten Mehrwert für die Beratungspraxis bietet.

Die rasante Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI) und ihre zunehmende Integration in verschiedene Aspekte des Lebens und der Arbeit lassen uns in eine Zukunft blicken, die sowohl faszinierend als auch herausfordernd ist. Die Möglichkeit, dass KI eines Tages menschliche Berater vollständig ersetzen könnte, bleibt trotz einiger Fortschritte weiterhin ungewiss [5].

Eine der spannenden Entwicklungen in der KI-Forschung ist die Verbesserung der Fähigkeiten von KI-Systemen, menschliche Emotionen oder nonverbale Signale zu erkennen und zu interpretieren. Aktuelle Studien untersuchen, wie gut KI-Systeme komplexe nonverbale Signale, wie

Mikroexpressionen, erkennen, interpretieren und passenden Emotionen oder versteckten Absichten, wie Lügen, zuordnen zu können [41]. Diese Entwicklung könnte in Zukunft enorme Auswirkungen auf die Interaktion mit KI basierten Systemen haben.

Trotz dieser Fortschritte bleibt die Möglichkeit einer "Super KI" - einer KI, die alle intellektuellen Fähigkeiten eines Menschen übertrifft - weiterhin ein kontroverses Thema. Während einige Experten wie Elon Musk vor den potenziellen Risiken einer solchen Entwicklung warnen [38], argumentieren andere, dass die Chancen einer Super KI nach wie vor weit in der Zukunft liegen [33]. Sollte es zu einer solchen Entwicklung kommen, würde dies tiefgreifende Auswirkungen auf unsere Welt haben. Es ist vorstellbar, dass in diesem Kontext die Rolle der KI in der Beratungsbranche nebensächlich werden könnte, da die gesamte Struktur unserer Gesellschaft und Wirtschaft neu bewertet werden müsste [5].

REFERENCES

- [1] Allmendinger, S.; Dimitriadis, K.; Gudera, J. A.; Jung, L. B.; Koerte, I. K.; Wiegand, T. L. T. "ChatGPT passes German state examination in medicine with picture questions omitted", *Dtsch Arztebl Int*, vol. 120, pp. 373-4, 2023.
- [2] Benlian, A., Hess, T., & Buxmann, P. "Drivers of SaaS-Adoption - An Empirical Study of Different Application Types", *Business & Information Systems Engineering*, vol. 1, no. 5, pp. 357-369, 2009.
- [3] Berg, A. "Künstliche Intelligenz", *Bitcom*, pp. 89ff., 2017.
- [4] Bodenstein, R.; Ennsfellner, I.A.; Herget, J. "Zukunftsperspektiven der Unternehmensberatung", *Exzellenz in der Unternehmensberatung*, Springer Gabler, Wiesbaden, 2022.
- [5] Bostrom, N. "Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies", Oxford University Press, 2014.
- [6] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. "Language models are few-shot learners", *Nature*, vol. 588(7839), pp. 1-7, 2020.
- [7] Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., Henke, N., & Trench, M. "Artificial intelligence—The next digital frontier?", McKinsey Global Institute, 2017.
- [8] Bundesverband Deutscher Unternehmensberater, "Branchenstudie 2023", <https://www.bdu.de/news/branchenstudie-2023/>.
- [9] Bund Deutscher Unternehmensberater, "Marktstudie: Unternehmensberater treiben den digitalen Wandel voran", <https://www.bdu.de/newsletter/ausgabe-12017/marktstudie-unternehmensberater-treiben-den-digitalen-wandel-voran/>, 0.J.
- [10] Buczak, A. L., & Guven, E. "A survey of data mining and machine learning methods for cyber security intrusion detection", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 18(2), pp. 1153-1176, 2016.
- [11] Buxmann, P., Schmidt, H. "Künstliche Intelligenz: Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg", 2019. DOI: 10.1007/978-3-662-57568-0.
- [12] Cavallo, A., Ghezzi, A., & Rossi-Lamastra, C. "Artificial intelligence and sustainability: An integrative review", *Journal of Cleaner Production*, vol. 315, 2021.
- [13] Chen, L. H., & Lin, G. C. "A decision tree algorithm for solving multi-objective decision-making problems under a fuzzy environment", *Applied Soft Computing*, vol. 69, pp. 728-739, 2018.
- [14] Chui, M., Manyika, J., Miremadi, M., Henke, N., Chung, R., Nel, P., & Malhotra, S. "Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy", McKinsey Global Institute, 2018.
- [15] Curuksu, O. "A Fuzzy Group Decision-Making Method for Construction Project Risk Assessment", *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 24(7), pp. 566-576, 2018.
- [16] Dämon, "Beraterbranche unter Druck: Die vier Herausforderungen", <https://www.wiwo.de/erfolg/trends/beraterbranche-unter-druck-die-vier-herausforderungen/20119086-2.html>, 2017.
- [17] Davenport, T., & Ronanki, R. "Artificial intelligence for the real world", *Harvard business review*, vol. 96(1), pp. 108-116, 2018.
- [18] Davenport, T. H., Guha, A., & Grewal, D. "What Separates Analytics Leaders from Laggards?", *MIT Sloan Management Review*, vol. 62(1), pp. 56-64, 2020.
- [19] Demir, E. "Fuzzy ANP-based multi-criteria group decision making for supplier selection with incomplete weight information", *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 33, pp. 1487-1505, 2022.
- [20] Enholm, S., Lahtinen, M., Seppänen, M., & Kärri, T. "Predicting Industrial Robot Failure Modes Using Sensor Data and Machine Learning", *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 69, pp. 246-256, 2021.
- [21] Experte im Interview, "In der Beratung findet man vieles nur zwischenmenschlich heraus", <https://www.consulting.de/artikel/in-der-beratung-findet-man-vieles-nur-zwischenmenschlich-heraus/>.
- [22] Fraunhofer, "Künstliche Intelligenz", <https://www.iks.fraunhofer.de/de/themen/kuenstliche-intelligenz.html>, n.d.
- [23] Garcia, M. "Artificial intelligence for cybersecurity: A survey of practices", *Computers & Security*, vol. 106, pp. 101995, 2021.
- [24] Garcia, R. "Artificial Intelligence and Machine Learning Techniques for Smart and Sustainable Cities: A Review", *Sustainable Cities and Society*, 2021.
- [25] Hoffmann, Ohanian, "Unternehmen im Wandel: So denken Top-Berater die Zukunft neu", *Focus Business*, <https://focusbusiness.de/magazin/unternehmen-im-wandel>, 2021.
- [26] Huynh, T. L. D., & Nasir, M. A. "Elon Musk's Tweets and Cryptocurrency Market: Evidence from Bitcoin and Ethereum", *Computational Economics*, 2022.
- [27] Jeschke, K. "Marketingmanagement der Beratungsunternehmung", *Neue betriebswirtschaftliche Forschung (NBF)*, vol. 327, 2004.
- [28] Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. "The global landscape of AI ethics guidelines", *Nature machine intelligence*, vol. 1(9), pp. 389-399, 2019.
- [29] Lippold, "Grundlagen und Nutzen der Unternehmensberatung", 2022.
- [30] Lu, T. T. "Artificial intelligence helps reduce humans' exposure to cybersecurity threats", *Computer Fraud & Security*, vol. 2017(1), pp. 9-13, 2017.
- [31] Makridakis, S. "The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms", *Futures*, vol. 90, pp. 46-60, 2017.
- [32] Martinez-Martin, N., & Marco, E. "What Limits the Performance of Current Emotion Recognition Technologies: A Meta-Analytic Approach", *arXiv preprint, arXiv:1806.05890*, 2018.
- [33] Musk, E. "Artificial Intelligence and the End of Work", *Y Combinator*, 2018. <https://blog.ycombinator.com/artificial-intelligence-and-the-end-of-work/>.
- [34] Paaß / Hecker (2020): *Künstliche Intelligenz*. Wiesbaden: Springer.
- [35] Pantic, M., Pentland, A., Nijholt, A., & Huang, T. S. "Human computing and machine understanding of human behavior: a survey", *Artificial Intelligence for Human Computing*, pp. 47-71, 2007.
- [36] Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. "Artificial Intelligence in Business Gets Real", *MIT Sloan Management Review*, vol. 58(4), pp. 55-61, 2017. DOI: 10.2139/ssrn.3012868.
- [37] Russell, J. A. "The circumplex model of affect and its applications to the study of emotion", *Emotion Review*, vol. 9(4), pp. 281-291, 2017.
- [38] Sayyadi, M., Collina, L., & Provitera, M. "A Cognitive Analytics Platform for Performance Measurement and Analysis in IoT Environments", *Sensors*, vol. 23(3), pp. 501, 2023.
- [39] Stavridis, D., Wacker, M. "ChatGPT und künstliche Intelligenz – Die Zukunft ist jetzt!", *Z Herz- Thorax- Gefäßchir*, 2023.
- [40] US lawyer admits using AI for case research, "ChatGPT", <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-65735769>.
- [41] Wu, X., Rosenfeld, A., & Bilgic, M. "Data Mining with Big Data", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 26(1), pp. 97-107, 2014.
- [42] Zetzsche, D. A., Birdthistle, W. A., Amer, D. W., & Buckley, R. P. "Digital Finance Platforms: Toward a New Regulatory Paradigm", *European Banking Institute (EBI) Working Paper Series No. 58/2020*, University of Luxembourg Faculty of Law,
- [43] Voigt, P., & von dem Bussche, A. "The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide", 2017. Cham: Springer International Publishin

Case Study 1 - Digitale Transformation eines gesamten Konzerns (BCG Platinion)

<https://www.pwplounge.com/de/case-sammlung/interviewverfied-mckinsey-stil/schwierig/bcg-platinion-case-digitale-transformation-eines-gesamten-konzerns-277>

Kontext

Der CIO eines großen Versicherungsunternehmens beauftragt BCG Platinion mit der Erneuerung der IT-Landschaft als Ausgangspunkt für eine digitale Transformation. Er erklärt, dass die IT-Landschaft des Unternehmens grundsätzlich sehr fragmentiert ist, wobei viele verschiedene Anwendungen stark integriert sind. Viele dieser IT-Anwendungen sind veraltete, monolithische Eigenentwicklungen und werden im Unternehmen selbst gehostet.

Hauptprobleme sind:

1. Stabilitätsprobleme der einzelnen Anwendungen
2. Begrenzte Skalierbarkeit der Anwendungen
3. Verzögerte Einführung neuer Funktionen aufgrund von Einschränkungen durch die aktuelle Architektur

Der CIO möchte nun den Status Quo schnell bewerten, die Hauptgebiete für Handlungsbedarf identifizieren und potenzielle Maßnahmen zur Erneuerung der IT-Landschaft entwickeln.

Fragenstellung

1. Wie kann die IT-Applikationslandschaft schnell bewertet werden und wie können Handlungsbedarfe priorisiert werden?
2. Was sind die wichtigsten technologischen Hebel, die genutzt werden können, um die vom CIO erwähnten Schmerzpunkte zu adressieren?
3. Was sind die wichtigsten Analysedimensionen, um die Anwendungen zu identifizieren, auf welche die Hebel angewendet werden können?

I. Herangehensweise und Priorisierung

Frage: Wie kann die IT-Applikationslandschaft schnell bewertet werden und wie können Handlungsbedarfe priorisiert werden?

Hinweise zur Herangehensweise:

- Überlege, was das eigentliche Ziel der Beurteilung im weiteren Kontext des Falls ist.
- Berücksichtige, wem die Ergebnisse präsentiert werden sollen und passe den Kommunikationsstil entsprechend an.

II. Technologische Hebel

Frage: Was sind die wichtigsten technologischen Hebel, die genutzt werden können, um die vom CIO erwähnten Schmerzpunkte zu adressieren?

Hinweise zur Herangehensweise:

- Definiere Annahmen, um die Analyse fokussiert anzugehen.
- Gehe die Schmerzpunkte nacheinander an und sei dabei kohärent.

III. Analysedimensionen

Frage: Was sind die wichtigsten Analysedimensionen, um die Anwendungen zu identifizieren, auf welche die Hebel angewendet werden können?

Hinweise zur Herangehensweise:

- Setze Prioritäten und beginne damit, die wichtigsten Dimensionen zuerst zu beschreiben.
- Beispiele sind ein guter Weg, um die Konzepte zu untermauern; mache die Beispiele so spezifisch wie möglich.

Lösung GPT-4

I. Herangehensweise und Priorisierung

Um die IT-Applikationslandschaft schnell zu bewerten und Handlungsbedarfe zu priorisieren, könnte folgender Ansatz verfolgt werden:

1. **Zustandsbewertung:** Führen Sie eine schnelle Bestandsaufnahme der vorhandenen Anwendungen und Systeme durch. Hierbei könnte eine Heuristik basierend auf einer Kombination von Faktoren wie Alter der Anwendung, technologische Stabilität, Benutzerfeedback und Geschäftskritikalität hilfreich sein. Es ist auch wichtig, die Integrationspunkte und Abhängigkeiten zwischen den Systemen zu berücksichtigen, um die Komplexität der Landschaft besser zu verstehen.
2. **Schmerzpunkte identifizieren:** Analysieren Sie die dokumentierten Probleme und Leistungskennzahlen der einzelnen Systeme, um die Hauptprobleme zu identifizieren. Diese könnten sich auf Stabilität, Skalierbarkeit oder die Einführung neuer Funktionen beziehen.
3. **Priorisierung von Handlungsbedarfen:** Ordnen Sie den Handlungsbedarf basierend auf dem Geschäftsrisiko und der Geschäftswirkung zu. Anwendungen, die kritische Geschäftsprozesse unterstützen und erhebliche Probleme verursachen, sollten vorrangig behandelt werden.

II. Technologische Hebel

Die technologischen Hebel zur Verbesserung der IT-Landschaft könnten sein:

1. **Cloud Migration:** Der Umzug in die Cloud kann die Skalierbarkeit und Stabilität verbessern, da Cloud-Dienste oft robuste Failover- und Lastausgleichsmechanismen bieten. Es kann auch zu Kosteneinsparungen führen und die Möglichkeit bieten, schnell neue Funktionen bereitzustellen.
2. **Anwendungsmodernisierung und -modernisierung:** Durch das Zusammenführen und Aktualisieren veralteter Anwendungen kann die Komplexität reduziert und die Effizienz gesteigert werden. Moderne Anwendungsarchitekturen wie Microservices können dabei helfen, die Zeit zur Markteinführung zu verkürzen und die Skalierbarkeit zu verbessern.

3. **Einführung von DevOps und Agile Praktiken:** Diese können dazu beitragen, die Geschwindigkeit und Qualität der Softwareentwicklung zu verbessern und die Zeit zur Markteinführung zu reduzieren.

III. Analysedimensionen

Um die Anwendungen zu identifizieren, auf welche die Hebel angewendet werden können, könnten folgende Dimensionen analysiert werden:

1. **Geschäftskritikalität:** Wie wichtig ist die Anwendung für das tägliche Geschäft und den Betrieb? Anwendungen, die kritische Geschäftsprozesse unterstützen, könnten höhere Priorität haben.
2. **Technische Schulden und Alter der Anwendung:** Ältere Anwendungen oder solche mit hoher technischer Schuld könnten stärker von Modernisierung oder Ersatz profitieren.
3. **Nutzerzufriedenheit und Problemmeldungen:** Anwendungen mit hohen Problemmeldungen oder niedriger Benutzerzufriedenheit könnten ebenfalls Priorität haben.
4. **Kosten und ROI:** Die Kosten für die Modernisierung oder den Ersatz einer Anwendung sollten gegen die erwarteten Vorteile abgewogen werden. Anwendungen, bei denen eine Modernisierung einen hohen ROI verspricht, könnten höhere Priorität haben.

Durch die Anwendung dieser Analyse und Strategie kann das Versicherungsunternehmen seine IT-Landschaft erfolgreich modernisieren und eine effektive digitale Transformation durchführen.

Musterlösung

I. Herangehensweise und Priorisierung

Was ist eine mögliche Herangehensweise, um die IT-Applikationslandschaft schnell zu bewerten? Wie können Handlungsbedarfe priorisiert werden?

Exemplarische Lösung (andere Antworten sind möglich)

- *Definiere den Rahmen für die Bewertung*
 - Die Zuordnung von IT-Anwendungen auf die Wertschöpfungskette der Branche und die Geschäftsfelder bietet eine ganzheitliche Sicht
 - Relevante Dimensionen für die Analyse der Anwendungen könnten sein: "Wichtigkeit" (geschäftskritisch oder nicht), "Grad" (hoch/mittel/niedrig) der ermittelten Probleme in Bezug auf Stabilität, Skalierbarkeit, hohe TTM (Time-to-Market), "Art der Anwendung" (z. B. Eigenentwicklung oder Standard-Software)
- *Beschreibe den Ansatz, den Du zur Durchführung der Bewertung wählen würdest*
 - Analyse verfügbarer Dokumente (z. B. Anwendungsübersicht/Inventory, Berichte über Incidents zur Ermittlung von Stabilitätsproblemen)
 - Führung von Interviews mit den wichtigsten Interessensgruppen (z. B. CIO, Leiter:in des IT-Betriebs, ausgewählte Business Relationship Manager:in/ Bereichsleiter:in), um die obigen Informationen zu ergänzen
- *Definiere die Treiber für die Priorisierung von Deep Dives und Empfehlungen*
 - Konzentriere Dich auf geschäftskritische Anwendungen, die besonders schwerwiegende Probleme aufweisen, und behandle den Rest nur im Ausnahmefall

II. Technologische Hebel

Was sind die wichtigsten technologischen Hebel, die genutzt werden können, um die vom CIO erwähnten Schmerzpunkte zu adressieren?

Exemplarische Lösung (andere Antworten sind möglich)

- *Schmerzpunkt "Stabilität"*
 - Hypothesen zu den Ursachen: Fehlerhafter/schlecht geschriebener eigenentwickelter Code, veraltete/nicht mehr unterstützte Anwendungen, exzessive Anpassung von Standard-Software
 - Vorgeschlagerener technischer Hebel: Refactoring der Eigenentwicklungen in eine modulare und entkoppelte Architektur, Ersetzung bestehender Eigenentwicklungen durch standardisierte Commercial-of-the-Shelf Anwendungen
- *Schmerzpunkt „Skalierbarkeit“*
 - Hypothesen zu den Ursachen: Grundsätzliche Einschränkungen durch die IT-Architektur, veraltete/"kapazitätsbeschränkte" IT-Infrastruktur
 - Vorgeschlagerener technischer Hebel: Einsatz von Cloud-Lösungen (PaaS/SaaS)
- *Schmerzpunkt "Time-to-Market"*
 - Hypothesen zu den Ursachen: Grundsätzliche Einschränkungen durch die IT-Architektur, Abhängigkeiten aufgrund der hochgradig integrierten/gekoppelten IT-Anwendungslandschaft, komplexes und manuelles Software-Release-Management
 - Vorgeschlagerener technischer Hebel: Refactoring der Eigenentwicklungen in eine modulare und entkoppelte Architektur, Ersetzung bestehender Eigenentwicklungen durch standardisierte Commercial-of-the-Shelf Anwendungen, Automatisierung des Software-Entwicklungslebenszyklus (SDLC)

III. Analysedimensionen

Was sind die wichtigsten Analysedimensionen, um die Anwendungen zu identifizieren, auf welche die Hebel angewendet werden können?

Exemplarische Lösung (andere Antworten sind möglich)

- *Refactoring zu Microservices (modulare & entkoppelte Architektur)*
 - Relevanz für das Business und dessen spezifische Anforderungen
 - Erwartete Häufigkeit von Änderungen
 - Heterogene Skalierbarkeitsanforderungen
- *Einführung von Cloud-Lösungen*
 - Nutzungsverhalten („Usage Pattern“)
 - Technologische Kompatibilität
 - Empfindlichkeit bezüglich Latenz

Vergleich

1. Herangehensweise und Priorisierung

GPT-4 Lösung: Die Herangehensweise begann mit einer Anwendungsanalyse, gefolgt von einer Analyse der Infrastruktur. Die Priorisierung wurde vorgeschlagen basierend auf Faktoren wie Stabilität, Unterstützung und Kosten.

Musterlösung: Die Musterlösung schlägt vor, den Rahmen für die Bewertung zu definieren, indem sie relevante Dimensionen für die Analyse identifiziert, eine Methode zur Durchführung der Bewertung festlegt und Treiber für die Priorisierung von "Deep Dives" und Empfehlungen identifiziert.

2. Technologische Hebel

GPT-4 Lösung: Hier wurden verschiedene technologische Lösungen vorgeschlagen, einschließlich Cloud-Computing, Automatisierung und der Einsatz von KI und maschinellem Lernen, um Prozesseffizienz und -leistung zu verbessern.

Musterlösung: Die Musterlösung schlägt vor, die Stabilität durch Refactoring und möglicherweise den Austausch von Eigenentwicklungen durch standardisierte Anwendungen zu verbessern. Zur Verbesserung der Skalierbarkeit werden Cloud-Lösungen empfohlen. Die Verbesserung der Time-to-Market kann durch Refactoring, den Austausch von Eigenentwicklungen und die Automatisierung des Softwareentwicklungszyklus erreicht werden.

3. Analysedimensionen

GPT-4 Lösung: Es wurde vorgeschlagen, eine Analyse durchzuführen, um die Auswirkungen der vorgeschlagenen Veränderungen auf die Geschäftsprozesse zu bewerten. Darüber hinaus wurde empfohlen, die Kosten, den ROI und andere finanzielle Faktoren zu berücksichtigen.

Musterlösung: Die Musterlösung identifiziert die wichtigsten Analysedimensionen, um die Anwendungen zu ermitteln, auf die die vorgeschlagenen technologischen Hebel angewendet werden können. Dazu gehören die Relevanz für das Business, die erwartete Häufigkeit von Änderungen und die heterogenen Skalierbarkeitsanforderungen für das Refactoring zu Microservices. Für die Einführung von Cloud-Lösungen sind die Nutzungsmuster, die technologische Kompatibilität und die Latenzempfindlichkeit entscheidend.

Insgesamt sind beide Lösungen strukturiert und bieten eine systematische Herangehensweise zur Lösung des Problems. Es gibt nur geringfügige Unterschiede in der Darstellung und Betonung bestimmter Aspekte, aber die grundlegenden Empfehlungen und Methoden sind sehr ähnlich.

Case Study 2 - GlobalPharm (McKinsey)

mckinsey.com/careers/interviewing/globalpharm

Client Goal

Our client is GlobalPharm, a major pharmaceutical company with annual revenue of \$10 billion. The company is based in Germany, where its corporate headquarters and primary research and development (R&D) centers are located, and it has regional sales offices worldwide.

Situation

GlobalPharm has a history of success in researching, developing, and selling "small molecule" drugs. However, they are keen to enter a new, rapidly growing segment of drugs known as "biologicals." This drug segment often comprises proteins or other large, complex molecules that can address conditions not treatable by traditional drugs.

However, the R&D process for biologicals differs significantly from that of small-molecule drugs. To acquire these capabilities, companies have three options: they can build them internally, collaborate with existing start-ups, or acquire the start-ups. To fast-track its entry into biologicals, GlobalPharm is considering acquiring BioFuture, a leading biologicals start-up based in the San Francisco area.

BioFuture, a public company founded 12 years ago, is valued at approximately \$1 billion at its current share price. It employs 200 people and was founded by several renowned scientists.

McKinsey Study

GlobalPharm has engaged McKinsey to evaluate the potential acquisition of BioFuture and to advise on its strategic fit with GlobalPharm's biologicals strategy. The primary question we need to address is, "Should GlobalPharm acquire BioFuture?"

Helpful hints: Write down important information. If anything is unclear, ask the interviewer for clarification.

Question 1:

What factors should the team consider when evaluating whether GlobalPharm should acquire BioFuture?

Helpful hints: Organize your thoughts before answering. Develop an overall approach before diving into details.

Question 2:

The team wants to explore BioFuture's current drug pipeline. What issues should the team consider when evaluating the value of BioFuture's existing drug pipeline?

Helpful hints: Consider a range of potential issues to explore. Ask your interviewer if they want you to focus on any specific aspect.

Question 3:

GlobalPharm believes that the likelihood of success of BioFuture's primary drug candidate can be improved by investing an additional \$150 million in a larger Phase II trial. The hope is that this investment would raise the success rate in Phase II. How much would the Phase II success rate need to increase for this investment to break even?

Note: If the drug is successfully marketed and sold, it would be worth \$1.2 billion.

Helpful hints: Ask for clarification if necessary. Take time to plan your approach to the calculation and talk the interviewer through your calculation.

Question 4:

Next, the team wants to explore the potential setup with BioFuture post-acquisition. GlobalPharm is interested in BioFuture's potential as a biological research "engine" that, when combined with GlobalPharm's existing R&D assets, could produce many candidate drugs over the next 10 years. What are the major risks of integrating the R&D functions of BioFuture and GlobalPharm?

Helpful hint: Recognize the "human element" of organizational change. Include these types of insights in your answers.

Lösung GPT-4

Frage 1:

Bei der Bewertung, ob GlobalPharm BioFuture erwerben sollte, sollten mehrere Faktoren berücksichtigt werden:

- Schwierigkeiten bei der Koordination: Es könnte Herausforderungen geben, die Forschung und Entwicklung zwischen den beiden Unternehmen zu koordinieren, insbesondere da sie in unterschiedlichen Bereichen (biologische vs. kleine Molekülmoleküle) tätig sind.
- Verwässerung der Ressourcen: Die Ressourcen von GlobaPharm könnten sich auf eine größere Anzahl von Projekten verteilen, was möglicherweise die Qualität der Forschung und Entwicklung beeinträchtigt.

Musterlösung

Frage 1:

Welche Faktoren sollte das Team berücksichtigen, wenn es die Übernahme von BioFuture durch GlobaPharm bewertet?

Antwort:

Eine gute Antwort würde Folgendes enthalten:

- Der Wert des Arzneimittel-Pipeline von BioFuture, Anzahl der derzeit in Entwicklung befindlichen Medikamente, Qualität der Medikamente (Erfolgswahrscheinlichkeit), potenzielle Umsätze und Gewinne.
- R&D-Fähigkeiten von BioFuture (zukünftige Arzneimittel-Pipeline), wissenschaftliches Talent, geistiges Eigentum (zum Beispiel Patente, proprietäre Verfahren oder Know-how für die biologische Forschung) und Gebäude, Ausrüstung und andere Gegenstände, die den R&D-Betrieb von BioFuture ermöglichen.
- Marketing- oder Verkaufsfähigkeiten von BioFuture. Insbesondere, wie Werbebotschaften geliefert werden, beispielsweise Beziehungen zu wichtigen Meinungsführern, die biologische Präparate fördern können.
- Kaufpreis.

Eine sehr gute Antwort könnte auch mehrere zusätzliche Schlüsselfaktoren enthalten, die GlobaPharm berücksichtigen sollte:

- Bestehende Partnerschaften oder andere Beziehungen von BioFuture mit Pharmakos.
- Fähigkeitslücken bei GlobaPharm in Bezug auf Biologika, R&D, Vertrieb und Marketing, usw.
- Alternativen für GlobaPharm zu dieser Übernahme. Alternative Unternehmen, die GlobaPharm erwerben könnte. Andere Strategien zum Eintritt in das biologische Segment, beispielsweise Partnerschaften eingehen statt zu erwerben und andere Strategien als den Eintritt in das biologische Segment verfolgen.

Frage 2:

Das Team möchte die aktuelle Arzneimittel-Pipeline von BioFuture untersuchen. Zunächst möchte das Team den Wert des aktuellen Arzneimittelportfolios von BioFuture bewerten. Welche Aspekte sollte das Team berücksichtigen, wenn es den Wert der bestehenden Arzneimittel-Pipeline von BioFuture bewertet?

Antwort:

Eine gute Antwort würde Folgendes enthalten:

- Weiterführende Kosten der R&D, bis jedes Medikament verkaufsbereit ist.
- Potenzieller Wert des Verkaufs jedes Medikaments.
- Marktrisiko
- Marktentwicklung, z.B. Patientenpopulation, Preisgestaltung
- Markteintrittsbarrieren, z.B. Anzahl konkurrierender Medikamente in R&D oder auf dem Markt; unterschiedliche Nebenwirkungen, bequemer Dosierungsplan (d.h. Patienten wird vorgeschrieben, ein Medikament zu regelmäßigen, leicht zu merkenden Zeitpunkten einzunehmen, wie z.B. einmal täglich oder alle 12 Stunden)

- Strategische Passform: Wie gut passt BioFuture in die zukünftige Geschäftsstrategie von GlobaPharm, insbesondere im Hinblick auf den Einstieg in den Markt für biologische Arzneimittel?
- Finanzielle Überlegungen: Ist der Kaufpreis für BioFuture gerechtfertigt und kann GlobaPharm ihn finanzieren? Wird die Akquisition eine angemessene Rendite auf das investierte Kapital erzielen?
- Bewertung des BioFuture-Pipeline: Wie viel Potenzial haben die derzeitigen Medikamentenkandidaten von BioFuture? Sind sie in den Schlüsseltherapiebereichen von GlobaPharm tätig und wie weit sind sie in der Entwicklung fortgeschritten?
- Wettbewerbsposition: Wie gut positioniert ist BioFuture im Markt für biologische Arzneimittel im Vergleich zu anderen Unternehmen?
- Kulturelle Passform: Wie gut passen die Kulturen und Managementstile von BioFuture und GlobaPharm zusammen? Gibt es Risiken in Bezug auf Personalverluste oder Unternehmenskulturkonflikte nach einer Akquisition?
- Regulatorische Überlegungen: Wird die Akquisition regulatorische Genehmigungen erhalten? Gibt es irgendwelche regulatorischen Bedenken bezüglich der Arzneimittelkandidaten von BioFuture?

Frage 2:

Bei der Bewertung der aktuellen Medikamentenpipeline von BioFuture sollte das Team folgende Punkte berücksichtigen:

- Stadium der Entwicklung: Wo in der Entwicklungsphase sind die Arzneimittelkandidaten? Je weiter ein Medikament in der Pipeline ist, desto höher ist in der Regel der Wert.
- Wahrscheinlichkeit des Erfolgs: Wie wahrscheinlich ist es, dass jeder Arzneimittelkandidat den Markt erreicht? Dies kann durch Betrachten historischer Daten und branchenspezifischer Erfolgsraten beurteilt werden.
- Marktpotenzial: Welche Krankheiten oder Zustände behandeln die Arzneimittelkandidaten und wie groß ist der potenzielle Markt für diese Behandlungen?
- Wettbewerbslandschaft: Gibt es ähnliche Medikamente, die bereits auf dem Markt sind oder in der Entwicklung sind? Wie wird sich das auf den potenziellen Marktanteil und Preisgestaltung auswirken?
- Patentstatus: Haben die Arzneimittelkandidaten Patentschutz und wenn ja, wie lange noch?

Frage 3:

Angenommen, GlobaPharm investiert 150 Millionen Dollar, um die Erfolgsrate in Phase II zu erhöhen. Um die Rentabilität dieser Investition zu ermitteln, müssen wir den Betrag bestimmen, um den die Erfolgsrate erhöht werden müsste, damit das Medikament die Phase III und den Markteintritt erreicht. Das erfordert eine sorgfältige Abwägung der Wahrscheinlichkeit, dass das Medikament die Phasen II, III und die Zulassungsphase erfolgreich durchläuft. Mit anderen Worten, die verbesserte Erfolgsrate in Phase II muss hoch genug sein, um die Investition von 150 Millionen Dollar zu rechtfertigen, unter Berücksichtigung des potenziellen Marktwerts von 1,2 Milliarden Dollar, wenn das Medikament erfolgreich vermarktet und verkauft wird.

Frage 4:

Es gibt mehrere Risiken, die bei der Integration der F&E-Funktionen von BioFuture und GlobaPharm berücksichtigt werden müssen:

- Kulturelle Unterschiede: Unterschiede in der Arbeitskultur und -praxis zwischen den beiden Unternehmen könnten zu Konflikten und einem Verlust an Produktivität führen.
- Talentverlust: Wichtige BioFuture-Mitarbeiter könnten das Unternehmen verlassen, wenn sie sich in der neuen Organisation unwohl fühlen oder bessere Angebote von Wettbewerbern erhalten.
- Unterbrechung der Pipeline: Die Umstrukturierung und Integration könnten die laufende Forschung und Entwicklung stören und die Pipeline verzögern.

- Kosten für Herstellung und Verkauf, z.B. Marketing, Vertrieb
- Presseberichte über diese Medikamente, z.B. haben berühmte Ärzte dieses Medikament gefordert? Ist es nur eine geringfügige Verbesserung dessen, was bereits auf dem Markt ist?

Eine sehr gute Antwort würde auch Folgendes enthalten:

- Risikoniveau
- Wahrscheinlichkeit, dass die klinischen Studien eines Medikaments effektiv sind
- Wahrscheinlichkeit, dass ein Medikament die Zulassung der Regulierungsbehörden erhält
- Nebenwirkungen und potenzielle rechtliche Risiken, z.B. potenzielle Klagen aufgrund unerwarteter Nebenwirkungen
- Aufkommen von Ersatzstoffen: Arbeiten Wettbewerber bereits an Ersatzstoffen? Geht es um Geschwindigkeit und hat BioFuture genügend Forscher, die an den jeweiligen Medikamenten arbeiten?
- Stärke der zugrundeliegenden Patente, d.h. wie wahrscheinlich ist es, dass ein Wettbewerber das Medikament von BioFuture erfolgreich kopieren kann?

Frage 3:

Wie viel müsste die Erfolgsrate in Phase II steigen, damit sich diese Investition amortisiert?

Antwort:

Eine sehr gute Antwort würde Folgendes enthalten:

- Die Investition müsste die Erfolgswahrscheinlichkeit in Phase II von 40 auf 80 Prozent erhöhen (d.h. eine Steigerung von 40 Prozentpunkten). Es gibt mehrere Möglichkeiten, diese Berechnung anzugehen. Eine Methode wird hier gezeigt:
- Wenn ein Kandidatenmedikament Phase II besteht, dann hat es eine $50\% \times 90\% = 45\%$ Chance, erfolgreich vermarktet und verkauft zu werden. Da ein erfolgreiches Kandidatenmedikament 1,2 Milliarden Dollar wert ist, ist ein Kandidatenmedikament, das Phase II besteht, $45\% \times 1,2$ Milliarden Dollar = 540 Millionen Dollar wert.
- Um den Break-Even zu erreichen (d.h. um die Investition von 150 Millionen Dollar lohnenswert zu machen), müsste der Wert des Kandidatenmedikaments, das Phase II besteht, auf 540 Millionen Dollar + 150 Millionen Dollar = 690 Millionen Dollar steigen. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Erfolgs in Phase I und II müsste um $(150/540) = 28$ Prozentpunkte steigen.
- Die aktuelle Wahrscheinlichkeit von Phase I und II, d.h. $70\% \times 40\% = 28\%$, müsste also um 28 Prozentpunkte auf 56% steigen. Um auf 56% zu kommen, müsste die Wahrscheinlichkeit von Phase II von 40% auf 80% steigen ($70\% \times 80\% = 56\%$).
- Dies scheint eine sehr große Herausforderung zu sein, da eine Erhöhung um 40 Prozentpunkte bedeutet, dass die aktuelle Wahrscheinlichkeit von 40% verdoppelt werden muss.

Frage 4:

Welche Hypothesen haben Sie zu den größten Risiken bei der Integration der R&D-Funktionen von BioFuture und GlobaPharm?

Antwort:

- Eine sehr gute Antwort würde Folgendes enthalten:
- Wissenschaftler haben keine überlappenden Interessen oder Fachkenntnisse in Krankheitsbereichen und können nicht wesentlich zusammenarbeiten.

- Die Integration in die prozessorientierte Kultur von GlobaPharm zerstört die unternehmerische Kultur bei BioFuture, die der Schlüssel zu ihrem Erfolg war.
- Sprachbarrieren erschweren erheblich die Kommunikation und den Informationsaustausch.
- Schlechtes Management und Gemeinschaftsgefühl als Folge von R&D-Operationen, die mit einer Zeitdifferenz von 9 Stunden einhergehen könnten.
- Schlüsselwissenschaftler verlassen BioFuture nach der Übernahme - entweder weil die Übernahme sie unabhängig reich macht oder weil sie nicht Teil des neuen großen Pharmakos GlobaPharm sein wollen.

Vergleich

Frage 1:

Beide, die GPT-4-Antwort und die Musterlösung, identifizieren ähnliche Faktoren zur Evaluierung der möglichen Übernahme von BioFuture durch GlobaPharm. Beide betonen die Wichtigkeit der Bewertung von BioFutures Arzneimittel-Pipeline, R&D-Fähigkeiten, Marketing- und Verkaufsfähigkeiten, sowie des Übernahmepreises. Jedoch bringt die Musterlösung zusätzliche Aspekte ein, wie bestehende Partnerschaften von BioFuture, potenzielle Lücken in den Fähigkeiten von GlobaPharm und mögliche Alternativen zur Übernahme.

Frage 2:

Die GPT-4-Antwort und die Musterlösung decken gleichermaßen Aspekte wie weitere Kosten für R&D bis zur Marktreife jedes Medikaments, potenzieller Verkaufswert jedes Medikaments, Marktgröße und -anteil, und Kosten für Produktion und Vertrieb ab. Allerdings erweitert die Musterlösung diese Überlegungen um das Risikoniveau, die Wahrscheinlichkeit, dass klinische Versuche eines Medikaments effektiv sind, die Stärke der zugrunde liegenden Patente und das Aufkommen von Substituten.

Frage 3:

Beide Antworten, die GPT-4-Antwort und die Musterlösung, kommen zum selben Schluss, dass eine Investition die Erfolgswahrscheinlichkeit in Phase II von 40% auf 80% steigern müsste, um einen Break-even zu erreichen. Die Herangehensweise und die Berechnung sind in beiden Antworten identisch.

Frage 4:

Die GPT-4-Antwort und die Musterlösung identifizieren vergleichbare Risiken, die mit der Integration der F&E-Funktionen von BioFuture und GlobaPharm verbunden sind. Beide Antworten betonen kulturelle Unterschiede, Kommunikationsbarrieren und den potenziellen Verlust von Schlüsselpersonal. Zusätzlich stellt die Musterlösung die Hypothese auf, dass die Wissenschaftler möglicherweise nicht überlappende Krankheitsinteressen oder Fachkenntnisse haben könnten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass beide Antworten - sowohl die GPT-4-Antwort als auch die Musterlösung - gründlich und qualitativ hochwertig sind, wobei die Musterlösung in einigen Bereichen zusätzliche Details und Kontext bietet.

Case Study 3 - Electro-Light (McKinsey)

mckinsey.com/careers/interviewing/electrolight

Client Goal

Our client, SuperSoda, is one of the top three beverage producers in the United States and they are seeking assistance in designing a product launch strategy.

Situation

SuperSoda is an integrated beverage company, handling brand design, marketing, and sales. It controls its entire supply chain, which includes production of concentrates, bottling and packaging, and distribution to retail outlets. The company's product portfolio spans across carbonated and noncarbonated drinks. It also owns five large bottling plants spread across the country and has distribution contracts with most major retailers.

Currently, SuperSoda is evaluating the potential launch of a new product – a flavored sports drink called "Electro-Light". Sports drinks are typically formulated to replenish energy, sugars, and electrolytes in the body. However, Electro-Light is designed with a focus on replenishing electrolytes and has a lower sugar content compared to most other sports drinks. SuperSoda expects this new beverage to leverage the recent trend of consumers moving away from high-sugar products.

McKinsey Study

SuperSoda's Vice President of Marketing has tasked McKinsey to help in analyzing key factors that would influence the launch of Electro-Light, as well as assessing SuperSoda's internal capabilities to support this venture.

Helpful hints: Write down the important information. Don't hesitate to ask for clarification on any point that isn't clear.

Question 1:

What key factors should SuperSoda consider when deciding whether or not to launch Electro-Light?

Helpful hints: Take time to organize your thoughts before answering. This shows the interviewer that you approach the problem in a systematic way. Start with a high-level strategy before delving into details.

Question 2:

Following the review of key factors that SuperSoda should consider when deciding to launch Electro-Light, your team aims to understand the beverage market and consumer preferences to assess the potential success of Electro-Light. The team has compiled information about the US sports drink market, showing an estimated share of electrolyte drinks and current market shares of two main electrolyte products: CoolSweat and RecoverPlus. Given the target price and upfront fixed costs, what share of the electrolyte drink market would Electro-Light need to capture to break even?

Additional information: Electro-Light is expected to launch in a 16-ounce format at a price of \$2 to retailers. The launch of Electro-Light would require SuperSoda to incur \$40 million in total fixed costs, encompassing marketing expenses and increased production and distribution network costs. The VP of Operations estimates that each bottle would cost \$1.90 to produce and deliver.

Helpful hints: Take your time with calculations and don't rush. Calculators are not permitted, so it may be helpful to write down your calculations. Keep the interviewer informed about your approach to demonstrate your organized thinking process.

Question 3:

SuperSoda's executives believe that the company's standing as a top-three beverage company gives it a strategic advantage in attaining the desired market share. However, they want the team to lay out what would be needed to achieve the target 12.5 percent share of the electrolyte-drinks market. What actions would SuperSoda need to take to secure the required market share for Electro-Light post-launch?

Helpful hint: Group your thoughts around the issues brought up in the question. This ensures that you provide the most relevant answers.

Musterlösung

Frage 1:

Welche Schlüsselfaktoren sollte SuperSoda berücksichtigen, wenn entschieden wird, ob Electro-Light eingeführt werden soll?

Antwort:

Einige der Faktoren, die Sie mit Ihrem Interviewer besprechen könnten, könnten Folgendes umfassen:

Verbraucher: Wer trinkt Sportgetränke? Gibt es spezifische Marktsegmente, die angesprochen werden sollen? **Kosten und Preis:** Ist der Markt für Sportgetränke rentabler als die Märkte für die aktuellen Produkte von SuperSoda? Ist es möglich, Electro-Light zu einem vom Markt und den internen Produktionskosten festgelegten Preis profitabel zu verkaufen? **Angesichts der anfallenden Fixkosten, ab welchem Punkt würde Electro-Light die Gewinnschwelle erreichen?** **Konkurrenten:** Mit welchen Produkten wird Electro-Light konkurrieren? Welche Unternehmen sind auf dem Markt entscheidend, und wie werden sie reagieren?

Fähigkeiten und Kapazität: Sind die notwendigen Marketing- und Verkaufsfähigkeiten bei SuperSoda vorhanden? **Benötigt das Produkt spezialisierte Produktion, Verpackung oder Distribution?** Ist es möglich, Electro-Light in den aktuellen Produktions- und Vertriebsstätten unterzubringen? **Welchen Einfluss hat die Geografie auf die Auswahl der Anlage?**

Vertriebskanäle: Was ist der ideale Vertriebskanal für dieses Produkt? Sind die aktuellen Einzelhandelsgeschäfte bereit, Electro-Light zu ihrem Produktkatalog hinzuzufügen?

Frage 2:

Basierend auf dem Zielpreis und den anfänglichen Fixkosten, welchen Anteil am Markt für Elektrolytgetränke müsste Electro-Light erobern, um die Gewinnschwelle zu erreichen?

Antwort:

Eine mögliche Vorgehensweise, die Sie mit Ihrem Interviewer besprechen könnten, wäre:

Electro-Light müsste einen Marktanteil von 12,5 Prozent bei Elektrolytgetränken erreichen, um die Gewinnschwelle zu erreichen. Daher müsste Electro-Light das zweitbeliebteste Produkt auf dem Markt werden.

1. Electro-Light müsste 400 Millionen Einheiten verkaufen, um die Gewinnschwelle zu erreichen:

Variable Gewinn pro Einheit: \$2 minus \$1.90 entspricht \$0.10

Break-even-Einheiten: Gesamte Fixkosten und variabler Gewinn pro Einheit sind ungefähr \$40 Millionen geteilt durch \$0.10 pro Einheit entspricht 400 Millionen Einheiten

2. Electro-Light müsste einen Marktanteil von 12,5 Prozent erreichen:

Markt für Elektrolytgetränke: fünf Prozent mal 8.000 Millionen Gallonen entspricht 400 Millionen Gallonen
Electro-Light-Verkäufe in Millionen Gallonen: 400 Millionen Einheiten geteilt durch acht Einheiten pro Gallone entspricht 50 Millionen Gallonen

Marktanteil: 50 Millionen Gallonen geteilt durch 400 Millionen Gallonen entspricht 12,5 Prozent

Frage 3:

Was müsste SuperSoda tun, um den benötigten Marktanteil für Electro-Light nach dessen Einführung zu erreichen?

Antwort:

Einige der Ideen, die Sie mit Ihrem Interviewer besprechen könnten, könnten Folgendes umfassen:

Übereinstimmung mit den Verbraucherpräferenzen. Stellen Sie sicher, dass das Produktbild, die Attribute und die Qualität die Bedürfnisse aller Verbraucher oder einer Nischengruppe erfüllen, um den gewünschten Marktanteil zu erreichen; stellen Sie sicher, dass der Zielpreis mit anderen Produkten auf dem Markt sowie mit den Erwartungen der Verbraucher übereinstimmt.

Starke Markenbildung/Marketing. Erstellen Sie eine erfolgreiche Einführungskampagne, einschließlich Werbung, Preisgestaltung und Bündelpromotionen. Nutzen Sie den Status des Unternehmens als einer der größten Hersteller und die minimale Marktfragmentierung, um die Marke Electro-Light innerhalb der Top Drei im Marktsegment zu positionieren. Antizipieren Sie die Reaktionen der Wettbewerber - zum Beispiel Werbung, Preisgestaltung und Vertriebsvereinbarungen. Stellen Sie sicher, dass die Produktplatzierung keine anderen, profitableren SuperSoda-Produkte "kammbalisiert".

Betriebliche Fähigkeiten. Sichern Sie sich Zugang zu bevorzugten Vertriebskanälen. Stellen Sie sicher, dass der Verkaufsstab die erforderlichen Fähigkeiten hat, um das neue Produkt zu verkaufen. Stellen Sie sicher, dass die Produktionssteigerung eine Reaktion ermöglicht, wenn die Nachfrage steigt.

Lösung GPT-4

Frage 1:

Beim Überlegen, ob SuperSoda Electro-Light auf den Markt bringen sollte, sollte das Unternehmen mehrere Schlüsselfaktoren berücksichtigen:

Markttrends: Das Unternehmen sollte die aktuellen Markttrends im Hinblick auf Sportgetränke und zuckerarme Produkte analysieren. Ist der Trend hin zu zuckerarmen Produkten nachhaltig und stark genug, um den Erfolg von Electro-Light zu sichern?

Konkurrenz: Wie ist die Konkurrenzsituation? Welche anderen Sportgetränke gibt es bereits auf dem Markt, und wie sind sie positioniert? Insbesondere sollte untersucht werden, ob es bereits andere zuckerarme Sportgetränke gibt und wie erfolgreich diese sind.

Zielgruppe: SuperSoda muss seine Zielgruppe klar definieren und verstehen. Welche Verbrauchergruppen bevorzugen zuckerarme Getränke? Sind diese Verbraucher auch diejenigen, die tendenziell Sportgetränke kaufen?

Produktions- und Lieferkettenfähigkeiten: Das Unternehmen muss sicherstellen, dass es in der Lage ist, das neue Getränk in der erforderlichen Menge und Qualität herzustellen. Auch sollten die Auswirkungen auf die bestehenden Produktions- und Lieferketten berücksichtigt werden.

Marketing und Branding: Wie plant das Unternehmen, das neue Produkt zu bewerben und zu positionieren? Ist es in der Lage, die Vorteile des neuen Getränks überzeugend zu kommunizieren?

Preisgestaltung: Wie wird der Preis von Electro-Light im Vergleich zu anderen Sportgetränken auf dem Markt sein? Wird der Preis für die Zielgruppe attraktiv sein?

Frage 2:

Um den Break-even-Punkt für Electro-Light zu berechnen, muss man die Fixkosten durch den Gewinn pro Einheit teilen. Der Gewinn pro Einheit ist der Verkaufspreis abzüglich der Herstellungskosten, d.h. $\$2 - \$1,90 = \$0,10$ pro Flasche. Die Fixkosten betragen \$40 Millionen. Daher müsste SuperSoda 400 Millionen Flaschen verkaufen, um den Break-even-Punkt zu erreichen.

Um zu berechnen, welchen Marktanteil dies darstellt, müssen wir den gesamten Markt für Elektrogetränke kennen, was in der Frage nicht angegeben ist. Wenn wir diese Zahl hätten, könnten wir die benötigten 400 Millionen Flaschen durch die gesamte Anzahl der verkauften Elektrogetränke teilen, um den erforderlichen Marktanteil zu ermitteln.

Frage 3:

Um den gewünschten Marktanteil von 12,5% zu erreichen, müsste SuperSoda mehrere Strategien umsetzen: Produktionskapazität: Das Unternehmen muss sicherstellen, dass es über die notwendige Produktionskapazität verfügt, um den benötigten Marktanteil zu erreichen.

Marketing und Werbung: Ein effektives Marketing und Werbung sind entscheidend, um das Bewusstsein für Electro-Light zu erhöhen und die Verbraucher davon zu überzeugen, es zu versuchen.

Verteilung: SuperSoda muss sicherstellen, dass Electro-Light in den Verkaufsstellen verfügbar ist, die von seiner Zielgruppe frequentiert werden.

Preisgestaltung: Die Preisgestaltung sollte attraktiv genug sein, um Verbraucher anzuziehen, aber auch hoch genug, um die Kosten zu decken und einen Gewinn zu erzielen.

Partnerschaften: SuperSoda könnte Partnerschaften mit Fitnessstudios, Sportteams oder anderen Organisationen in Erwägung ziehen, die einen natürlichen Markt für Sportgetränke darstellen.

Innovation: SuperSoda könnte weiterhin innovative Ansätze zur Steigerung des Marktanteils verfolgen, wie z.B. spezielle Aktionen, begrenzte Editionen oder eine personalisierte Etikettierung.

Schließlich muss das Unternehmen bereit sein, seine Strategien im Laufe der Zeit anzupassen und zu verfeinern, um auf Veränderungen in den Marktbedingungen und im Verbraucherverhalten zu reagieren.

Vergleich

Frage 1:

Die GPT-4-Antwort und die Musterlösung identifizieren ähnliche Faktoren, die SuperSoda berücksichtigen sollte, darunter Markttrends, Konkurrenz, Zielgruppe, Produktions- und Lieferkettenfähigkeiten sowie Marketing und Branding. Die Musterlösung betont jedoch auch die Bedeutung der Berücksichtigung von Kanälen und die Frage, ob die aktuellen Verkaufsstellen bereit wären, Electro-Light zu ihren Produktkatalogen hinzuzufügen.

Frage 2:

Die GPT-4-Antwort bietet eine grobe Schätzung der benötigten Verkaufszahlen für das Erreichen des Break-even-Punkts, während die Musterlösung eine detaillierte Berechnung durchführt. Die Musterlösung zeigt auf, dass Electro-Light einen Marktanteil von 12,5% erreichen müsste, um den Break-even-Punkt zu erreichen, und stellt fest, dass Electro-Light damit das zweite Produkt auf dem Markt wäre.

Frage 3:

Die GPT-4-Antwort und die Musterlösung identifizieren beide Schlüsselstrategien, die SuperSoda anwenden sollte, um den benötigten Marktanteil zu erreichen. Beide betonen die Bedeutung von Produktionskapazität, effektivem Marketing und guter Produktverfügbarkeit. Die Musterlösung geht jedoch noch weiter und betont die Notwendigkeit, die Reaktionen der Wettbewerber zu antizipieren und sicherzustellen, dass das Produkt nicht die anderen, profitableren Produkte von SuperSoda "kannibalisiert".

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die GPT-4-Antwort als auch die Musterlösung relevante Faktoren und Strategien berücksichtigen. Die Musterlösung bietet jedoch mehr Details und einen detaillierteren Ansatz, insbesondere bei der Berechnung des benötigten Marktanteils für den Break-even-Punkt.

Resilience of Disruptive Business Models – One-Hit-Wonder Character or the Start of a Resilient Company?

Lukas Jacke
CLAAS Selbstfahrende
Erntemaschinen GmbH
Harsewinkel
lukas.jacke@claas.com

Simon Lohmeyer
CLAAS Selbstfahrende
Erntemaschinen GmbH
Harsewinkel
simon.lohmeyer@claas.com

Moritz Walgern
CLAAS Selbstfahrende
Erntemaschinen GmbH
Harsewinkel
moritz.walgern@claas.com

Abstract—The concept of business resilience is increasingly discussed because the ability to change and adapt in uncertain business environments is a key factor for long-term success of a company. Therefore, this paper aims to evaluate whether and to what extent disruptive business models can positively influence business resilience. For that, a catalog of criteria for assessing the degree of resilience of a business model will be developed, validated and applied to six well-known disruptive business models. Our findings reveal that the analyzed business models, often characterized by their high level of innovation and platform approach, demonstrate strong potential to enhance the business resilience of a company, especially in terms of value proposition, cost structure and responsiveness to social trends. However, disruptive business models face challenges such as intense competition within their industries as well as limited distribution channels and revenue streams. This implies that disruptive business models must employ strategies to effectively balance their weaknesses with their strengths, with the aim of increasing their resilience and absorbing disturbances.

Keywords—resilience, disruptive, business model

I. INTRODUCTION

Nowadays companies operate in a business environment characterized by increasing dynamics whereby the global and trade policy challenges can be summed up with the acronym “VUCA” [1]. The combination of the acronym’s attributes, volatility, uncertainty, complexity and ambivalence, makes it more difficult to anticipate future developments [2]. As recent examples, the COVID-19 pandemic, supply chain disruptions and the Russian invasion of Ukraine can be mentioned. In this relation, the concept of business resilience is increasingly discussed, where companies address the question of how they can increase their robustness and adaptability in relation to unexpected disruptions [3].

According to the Global Crisis and Resilience Survey 2023, 83% of the surveyed executives say, that resilience is one of their most important strategic priorities [4]. Further studies indicate that resilience is not only highly important in extraordinary situations. From a strategic perspective, companies with a high degree of resilience also appear to be more competitive in the face of market changes [5].

Studies conceptualize and operationalize resilience very differently, which makes it difficult to deduce any generalizable findings. Therefore, the first step in this paper is to explain the terms resilience and disruptive business model. In the following, the objective of this paper is to evaluate whether and to what extent disruptive business models can positively influence business resilience. In a first step, a catalog of criteria for assessing the degree of

resilience of business models will be developed and validated by a survey. In a second step, the catalog of criteria is then applied to six disruptive business models of well-known companies. Finally, the evaluation will be used to assess in which criteria the analyzed disruptive business models can contribute to an increase in resilience and in which areas there are deficits. Also considering Apple’s business model as a best-practice example, the overall aim is to draw generalizable conclusions whether disruptive business models can contribute to increasing the resilience of a company.

II. THEORETICAL BACKGROUND

A. Resilience

In social-ecological research the survivability of systems under uncertain conditions, risks and possible disruptions have been discussed since the end of the 1990s under the keyword “resilience” [6, 7]. The resilience of a system is defined in terms of its susceptibility to disruption and described as its robustness, design capacity and adaptability in the face of shocks and crises [8]. Resilience can be understood as “the capability of a system to absorb disturbance and reorganise while undergoing change so as to still retain essentially the same function, structure, identity, and feedbacks” [9]. Today, resilience research is a multidisciplinary field that encompasses various disciplines from physics, technology, sociology, psychology and ecology to economics [10].

While the concept of resilience is long established in some of the disciplines mentioned above, it is relatively new in business and management research [11]. In an economic context, the term business resilience is used to describe “a company’s ability to adapt and cope with disturbance” [2] in order to achieve its goals, survive and thrive in the “VUCA-World”. Further specified and applied to a company’s business model, business model resilience can be defined as the ability “to sustain its value proposition despite unexpected current and future disruptions” [12]. The resilience of a business model affects the robustness of a company – for instance, a company with a highly diversified business model is able to compensate a failure in one business segment by increasing activity in a less affected segment [13].

In the general resilience research various frameworks have been developed to conceptualize resilience [14]. Within this paper the concept of Walker et al. will be adopted, in which four generally applicable dimensions are defined to describe resilience in a more detailed way, whereby the resilience of a system can be influenced by each dimension [9]. The framework with its four dimensions should help to

identify practical approaches and strategies for improving the resilience of a system [15]:

1) *Precarioussnes*: describes how close or far away a system is from an unmanageable shock. It therefore determines the vulnerability of a system and assesses the probability of the occurrence of a shock.

2) *Latitude*: covers the sensitivity and damage level of a system to an incoming shock or change “before losing its ability to recover” [9]. It measures the scope for action that a system has to mitigate damages.

3) *Resistance*: determines “the ease or difficulty of changing the system” [9]. Therefore, this dimension describes the learning capacity of a system and the possibility of implementing changes in practice by adapting new structures.

4) *Panarchy*: describes the cross-system interactions and potential dependencies of a system with other, external systems. It includes the influences and dynamics that affect a system from a higher or lower level and cannot be fully controlled.

B. Disruptive Business Model

To define the term “disruptive business model”, the term “business model” must be defined first. Since there is no universal standard publication in the literature, there are many different definitions that all focus on various aspects [16]. Some of the most important aspects of a business model are outlined in the Business Model Canvas, which was published by Osterwalder and Pigneur and is used to describe and elaborate business models. Included are value propositions, customer segments, customer relationships, channels, key partners, key activities, key resources, cost structure and revenue streams [17].

Business models describe the company’s value proposition, which answers the question of what fundamental benefits the company offers to customers or other stakeholders. Another important part of a business model is the architecture of the value creation process, which describes how and with which core capabilities and processes a benefit can be provided by the company’s products or services. Lastly, the financing model plays an important role [10].

In 1997, Christensen introduced the “Innovator’s Dilemma”, which states that there are two forms of innovation: continuous and disruptive. Continuous innovation involves improving product performance to create a competitive advantage. However, disruptive innovation includes new technologies that initially result in a product that is less mature in terms of development and completeness but offer a different value proposition. Over time, with further improvements, they gain a larger market share and disrupt the status quo in the mass market.

Established companies face the “Innovator’s Dilemma” because they have little motivation to shift their investments from existing technologies. As a result, they can be displaced by disruptive innovations [18]. Disruptive innovations primarily involve business model innovations [19], which often require merging elements from existing models [20]. Disruptive innovations frequently call for the development of a disruptive business model that goes beyond business model innovation and establishes a new model to effectively

commercialize the innovation [21]. More in-depth concepts can be found in various reference publications [22, 23].

III. DEVELOPING A CATALOG OF CRITERIA FOR BUSINESS MODEL RESILIENCE

A. Development of Criteria

As described in the introduction, the first step in this research is to develop a catalog of criteria to assess the resilience of business models. The chosen approach is to apply the general resilience dimensions developed by Walker et al. for a system to the components of a business model. By linking with the explanations on business models in Chapter 2 – particularly in relation to the Business Model Canvas – three to four criteria for each individual resilience dimension were identified to measure the respective dimension. This results in the catalog of criteria listed in Table 1 with 15 criteria, which are briefly explained below.

By applying the dimension of Precariousness to business models, it can be used to describe how far away a business model is from a threat. A high level of competition, for example, increases the probability of a shock occurring while the probability decreases if there is a strong customer relationship [24]. In addition the probability of a shock is reduced if a business model has technological advances and is able to adapt social trends. Continuous adaptation processes are important to avoid the risk that a business model becomes obsolete and in order to sustain its competitiveness [25].

The next dimension Latitude, i.e. the depth of damage in the event of change, is determined by the scope of action of a business model. In fact, the more diversified a business model is, the lower the degree of damage [26]. Does a business model consist of a broad and diversified product portfolio? Are different customer segments addressed in order to absorb changes in one segment by other segments? Furthermore, the research shows that the number and design of revenue streams and distribution channels can also spread the risk and reduce the sensitivity and damage level [27].

By applying the dimension of Resistance to business models, it is possible to describe the ability to learn and how quickly or slowly a business model can be restructured and further developed. The value proposition and the extent to which it can be adapted to changing customer needs have a high influence. The possibility of transformation is further determined by the cost structure. High fixed costs can increase the difficulty of freeing up financial resources to adapt to new circumstances [28]. Moreover, influences come from a flat and agile design of the organizational structure and the key resources, especially from its employees [27].

The last dimension, Panarchy, describes influences that cannot be fully controlled by the business model itself, but have an impact on it [25]. It includes key partners such as suppliers, investors, and other partner companies. If there is a high level of external dependency, this can have a negative impact on their resilience. In addition, regulatory risks and environmental conditions impact a business model. Business models have to comply with external regulatory constraints such as laws and standards, which affects the flexibility [29].

TABLE I. CATALOG OF CRITERIA

	Criteria	The criterion assesses...
Precariousness	Customer relationships	...how closely a company is connected to its customers.
	Technological advances	...the advancements and developments in technology.
	Competitive intensity	...the intensity of competition and the probabilities of new competitors emerging who are better able to implement new trends.
	Social trends	...the ability to adapt to social, cultural, sustainable, and ethical developments and expectations of society.
Latitude	Customer segments	...how broadly diversified the customer segments are to absorb changes in one segment by other segments.
	Product portfolio	...how broad and diversified a product portfolio is, so that risks are spread and reduced.
	Revenue streams	...the design of the financial model and different revenue sources, so that the risk of losses in the event of changes in a single revenue source is reduced.
	Channels	...the number of distribution channels, so that risks can be reduced and rapid adaptation to changing market conditions can take place.
Resistance	Value proposition	...how well the value proposition can be adapted to changing customer and business needs and developing it further through innovation processes.
	Cost structure	...flexibility of the underlying cost structure.
	Organizational structure	...how adaptable an organizational structure is designed to enable rapid adaptation, for example through flat and agile structures.
	Key resources	...how easily and flexibly key resources of the business model can be substituted and adapted.
Panarchy	Key partners	... how diverse the partnerships are structured and to what extent the business model is dependent on specific suppliers or partner companies.
	Regulatory risks	...to what extent the business model depends on legal and political frameworks and regulations.
	Environmental conditions	...to what extent the business model depends on environmental conditions and a functioning infrastructure.

B. Validation of Criteria

This chapter aims to determine the practical relevance of the developed criteria and validate them. Therefore, we conducted an online survey that was distributed by several people (<https://dhw.questionpro.eu/resilience>), especially via the career platform LinkedIn. The survey consists of two sections. First, descriptive characteristics about the participant’s professional experience and the industry and size of their company are gathered. In the main section, all 15 developed criteria can be evaluated. Methodologically, the survey is based on the Q-Methodology, a ranking procedure intended to identify typical opinions [30]. In order to determine a consistent and quantitative evaluation for all criteria, the evaluation is based on a 7-point Likert scale (1 – “strongly disagree”; 7 – “strongly agree”) [31]. In this way the participants can assess to what extent they agree with the statements that a particular criterion has a high impact on the resilience.

Over a survey period of three weeks, a total of 145 people were reached who started the survey, of whom 69 people (47.59 %) fully completed the survey. Only complete responses are taken into account for this evaluation. The descriptive attributes show that most participants are employed in the sectors of manufacturing (39.71 %), information and communication (11.76 %) and agriculture, forestry and fishing (10.29 %), whereby most are employed in a large enterprise with more than 250 employees (85.29 %). It should be critically reflected that most participants belong to the entry level (63.24 %). However, the three highest categories from “Managerial / Supervisory Level” upwards comprise a sum of 23.53 %.

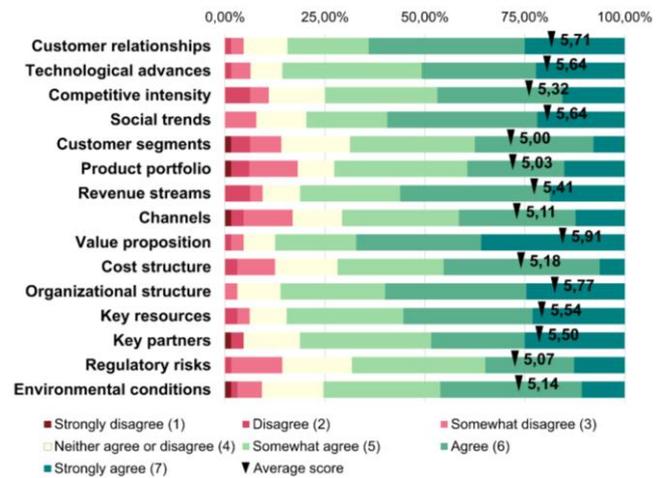


Fig. 1. Evaluation of the survey

The most important statement is that through the survey it can be shown that from the participants’ point of view all 15 criteria are relevant in practice to assess the resilience of business models. As shown in Fig. 1, all criteria have an average rating of at least 5 on the seven-point Likert scale, whereby a value of 5 (“somewhere agree”) was also defined as the lower threshold for the acceptance of a criterion. The participants rated “Value proposition” (5.91), “Organisational structure” (5.77) and “Customer relationship” (5.71) as the three most important criteria on average. The criteria “Customer segments” (5.00), “Product portfolio” (5.03) and “Regulatory risks” (5.07), on the other hand, are rated as three less important criteria. The differences in the evaluation of the criteria between several user groups are mostly marginal. For example, there is only a standard deviation of 0.22 in the score average between entry level and the three highest professional levels. Noticeable here is only a greater difference in the average rating for the criterion “Revenue Stream” by 1.10.

Overall, this survey shows that on average the dimension “Resistance” (5.60) followed by “Precariousness” (5.58) are the two highest rated dimensions, followed by the dimensions “Panarchy” (5.24) and “Latitude” (5.14). In general, the differences are quite marginal, so all dimensions can be seen as similarly important and for the following considerations no weighting is required.

IV. OVERVIEW OF DISRUPTIVE BUSINESS MODELS

In the following, we will take a closer look at six disruptive business models and their advantages and disadvantages. This is the basis for applying the developed catalog of criteria in the next chapter.

A. Freemium – Spotify

Spotify’s business model is based on the freemium model, in which the digital music service offers a free and a paid version. The free version offers users limited features and is funded by advertising [32]. About 90 % of the revenue comes from the subscription fees of premium users, who have full access to all features, while the remaining 10 % is generated by advertising to non-paying users [33]. A key advantage of the freemium model is that potential customers can test the service for free before deciding to pay for a subscription. This leads to Spotify being able to retain users in the long term and steadily increase the number of customers [34].

B. Subscription – Netflix

Netflix’s subscription-based business model offers streaming on demand of movies and series for users. Through data analysis and algorithms, Netflix can identify viewers’ preferences and offer them customized content [31]. The company offers a variety of content from different genres and produces a lot of its own content. The dependence on content quality and possible limitations in technology and copyrights have created challenges to Netflix’s business model in recent years through the entrance of other streaming providers [30].

C. Peer-to-peer: Service sharing – Uber

Uber represents the sharing economy business model which is mainly platform based. Through the sharing of (car-ride) services [35], Uber relies on its driver contracts and brand presence instead of physical assets such as cars or taxi licenses [22]. The sharing economy saves capital by reducing the need for physical investments. Similar models have been adopted by other companies in different market segments, such as AirBnB [31].

D. Peer-to-peer: Goods sharing – AirBnB

In contrast to Uber, AirBnB is a peer-to-peer goods sharing platform, that connects guests looking for short-term accommodation with hosts offering unused private space as a good [35]. Similar to Uber, AirBnB generates money through service fees [36].

E. E-Mobility – Tesla

In contrast, Tesla disrupted the traditional car manufacturer and dealer network with high-class electronic vehicles and a new multi-channel model of online shops [37]. Tesla relies on vertical integration in sales, with fixed vehicle prices and direct sales to individuals. This provides them with a lot of customer data and allows them to better adapt products and services to the user experience. Tesla’s success is also based on its expertise in battery packs and software features such as autonomous driving [38].

F. Quick-Commerce – Flink

Flink is a retail company that promises delivery within 10 minutes, primarily through mobile applications (Q-commerce). The model is based on dark stores located in urban areas, that serve as logistical centers for delivery within a short distance [39]. Key partnerships for Flink include strategic collaborations with retail chain Rewe Group, IT service providers for website and app functionality and security and payment service providers [40].

V. APPLYING THE CATALOG OF CRITERIA

After developing and validating a catalog of criteria for resilience of business models, the six disruptive business models previously introduced were classified and evaluated with this catalog. The main objective is to derive conclusions about the potential impact and success of these disruptive business models for companies that want to become or remain resilient.

Based on a literature review, we evaluated each model on a scale from 1 to 7 (1 represents a low rating; 7 a high rating). The detailed evaluation can be found in the table provided in the appendix. For a better illustration, however, a summary of these ratings is also shown in Fig. 2.

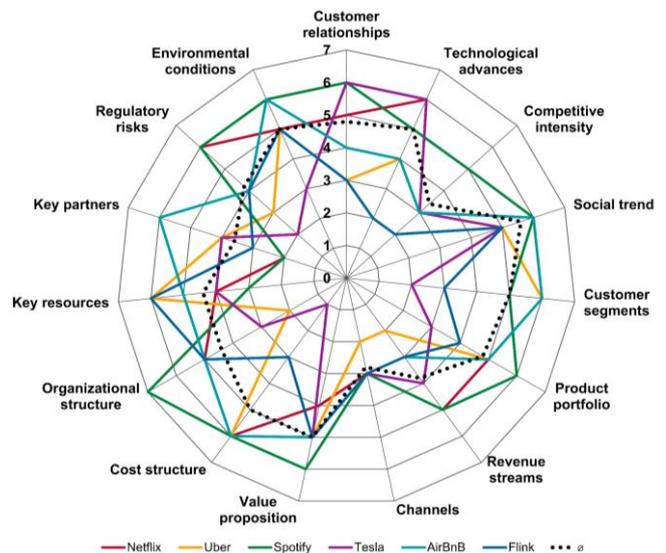


Fig. 2. Radar chart for the evaluation of disruptive business models

Considering the comprehensive data in the table, it is not possible to discuss every point in detail. For this reason, the focus will be placed on presenting the key findings and emphasizing the most distinctive insights. In doing this, a clear understanding of how disruptive business models can contribute to business resilience will be provided.

Disruptive business models often have a digital character and therefore usually have limited distribution channels, typically a mobile app. In addition, the digital nature of the channels means that they ignore technically inexperienced customers. This may represent a potential risk, as the loss of a distribution channel could be challenging to compensate for. A somewhat similar effect can be seen in terms of revenue streams, with the business models that have been analyzed typically having only a single source of revenue. These two factors restrict a business’s agility in the case of a shock and raise its vulnerability. Uber and Airbnb, for example, primarily generate their revenue by charging transaction fees on their platforms, which can only be processed via an app or, in the case of Airbnb, also via a website.

With a strong value proposition and its high adaptability, the disruptive business models analyzed potentially increase their resilience. Spotify, for example, offers a wide range of features and continuously improves the user experience through personalized recommendations. In contrast, car manufacturer Tesla improves its value proposition with new features and improvements provided through continuous software updates. Tesla is setting itself apart from other automakers and ensuring a longer product life span.

The probability of a shock is reduced by the on average very good response of the business models to social trends. This also potentially increases the resilience. Five of the six companies mainly offer digital services that are very adaptable and can respond quickly to trends. Content can be aligned with trends by platforms such as Spotify or Netflix, but there are risks due to content creators attracting attention through controversy and potentially damaging the image of the companies. On the negative side, it is noticeable that there are deficiencies in the fair treatment of employees. Uber and Flink stand out in particular here.

As many of the business models analyzed are imitated by competitors and new entrants, they operate in a highly competitive environment. Lower resilience is thus brought by the risk that competitors fulfill the value proposition better. Netflix, Uber and Flink, for example, are facing extremely strong competition in this way. Especially in the case of disruptive business models that are not yet profitable, it is often a question of which company can stay in the competition longer. New disruptive innovations that better satisfy certain customer needs can also be extremely threatening. Spotify, however, has smaller problems within this area, as its resilience is considered to be higher than that of the others due to its strong market power.

The key partners do not contribute very much to the resilience of the disruptive business models analyzed. Platforms such as AirBnb and Uber depend on both, suppliers and customers. Furthermore, there are strong dependencies on large investors for some companies. Tesla, as the only manufacturing company in this analysis, is strongly dependent on suppliers. By investing in software and battery research and production, they reduce these dependencies

Four of the six companies have established a highly flexible and scalable cost structure. That flexibility can be explained by the use of platforms, which help to create a flexible cost structure because they have low fixed costs and can be easily scaled if necessary. In contrast, Tesla stands out with a score of 1. This is mainly since Tesla is not a digital platform or something similar, but an automobile manufacturer. As a result, there is a much greater reliance on physical factors such as factories and raw materials. Factories like these do not allow for easy and quick scaling as a digital service like Netflix or Uber does, which contributes to the low evaluation. Tesla's worst overall resilience rating can be explained in this way, too.

Precariousness and Resistance were rated with higher average scores compared to the other two dimensions. This suggests that the nature of disruptive business models might reduce vulnerability and improve adaptability. This adaptability is accomplished by constantly capturing, analyzing, and responding to new information and trends, which is typical for disruptive business models. Resistance is enhanced by testing new approaches and learning from failures. The lower scores for both Latitude and Panarchy, in contrast, suggest a potentially higher cost of damage for disruptive business models and highlight critical dependencies.

In summary, the analysis of disruptive business models using the resilience catalog of criteria has provided valuable insights into their potential effectiveness and success for companies seeking to become or remain resilient. Strengths were identified in areas such as the value proposition and its adaptability, as well as in adapting to social trends, and having a flexible cost structure. Especially platforms contribute to high scalability and flexibility and therefore to resilience. That's one of the reasons why, Netflix (4.73) and Spotify (5.13) achieved the highest average scores. However, there are also weaknesses in resilience due to limited distribution channels, revenue streams, intense competition, and dependencies on key partners. The reviewed companies are not long established, which is shown by the lack of diversification and poses an additional risk.

VI. APPLE AS EXEMPLARY RESILIENT ENTERPRISE

In order to validate that the catalog of criteria we developed indicates the resilience of a disruptive business model, the catalog of criteria will be applied to Apple as a best practice example of a resilient company with a disruptive business model.

As the world's most valuable company [41], Apple has already proven that disruptive business models can lead to long-term success. A key factor in Apple's resilient business model is vertical integration. Apple combines hardware, software, and services into a seamless ecosystem [42]. This enables close integration of the various products and services and provides customers with a holistic user experience, resulting in customer loyalty and a strong value proposition [43]. At the same time, the number and flexibility of Apple's sales channels is very high, while revenue is generated from sales via online stores, Apple's own stores and in-app purchases, despite Apple having full control over the sales channels [44].

The application of the developed catalog of criteria to Apple's business model reveals that Apple, with an average score of 5.93 out of 7, scores 1.6 points better than the 6 previously analyzed business models with an average score of 4.33. Apple's high scores for the individual criteria and the overall score of 5.93 prove that the developed catalog is fundamentally suitable for assessing the resilience of a business model.

VII. CONCLUSION

In the theoretical part of the paper, four resilience dimensions were identified. These dimensions were then used to develop and validate a catalog consisting of 15 criteria for evaluating the resilience of a business model. Finally, the six disruptive business models were compared to the resilient company Apple.

In summary, it must be noted that a company will not be able to achieve high scores on all the identified criteria. Still, this research shows that disruptive business models score particularly well on the criteria of value proposition, social trends, and cost structure. Their often used platform approach enables them to be highly scalable and adapt quickly to changing conditions. In particular, platform-based business models use their scalability and flexibility to improve their resilience.

It is important to note that traditional business models have not been considered in this paper. They share different characteristics with disruptive business models and may not offer the same potential for resilience in the same areas. Apple was used as an example of a highly resilient company that uses disruptive business models. They have created a unique ecosystem that contributes to their high resilience. The overall higher score for Apple could also be a result of its age and experience, as all the other companies studied were younger and may not have had time to diversify their business model and become more resilient.

In conclusion, disruptive business models can potentially contribute to the resilience of companies. Especially the flexibility, adaptability and innovation of these models offer a lot of potential. Nevertheless, companies must be aware that their limited distribution channels, intense competition and dependence on key partners contribute to their vulnerability. To increase their resilience, companies should

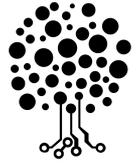
balance the strengths of disruptive business models while addressing their weaknesses.

Future research should extend this analysis and carry out direct comparisons between disruptive and traditional business models to evaluate their resilience. Doing so could identify how a potential hybrid could lead to further increased resilience and – to end with the words of the introduction – cope with the increasing dynamics of the “VUCA-World”.

REFERENCES

- [1] N.-C. Böhnke, A. Pointner, and C. Ramsauer, “Supply-Chain-Strategien im Zeitalter von VUCA,” *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, vol. 112, no. 9, pp. 555–558, 2017, doi: 10.3139/104.111786.
- [2] Y. Gao, Z. Feng, and S. Zhang, “Managing supply chain resilience in the era of VUCA,” *Front. Eng. Manag.*, vol. 8, no. 3, pp. 465–470, 2021, doi: 10.1007/s42524-021-0164-2.
- [3] P. Hopkin, “Achieving enhanced organisational resilience by improved management of risk: Summary of research into the principles of resilience and the practices of resilient organisations,” *Journal of business continuity & emergency planning*, vol. 8, no. 3, pp. 252–262, 2014.
- [4] PricewaterhouseCoopers, *Deutsche Unternehmen haben beim Thema Resilienz Nachholbedarf*. [Online]. Available: <https://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2023/deutsche-unternehmen-haben-beim-thema-resilienz-nachholbedarf.html> (accessed: Jul. 9 2023).
- [5] *Managementperspektiven für die Zivilgesellschaft des 21. Jahrhunderts*: Springer Gabler, Wiesbaden, 2014.
- [6] S. Carpenter, B. Walker, J. M. Anderies, and N. Abel, “From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?,” *Ecosystems*, vol. 4, no. 8, pp. 765–781, 2001, doi: 10.1007/s10021-001-0045-9.
- [7] C. Folke, “Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses,” *Global Environmental Change*, vol. 16, no. 3, pp. 253–267, 2006, doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.
- [8] L. H. Gunderson, Ed., *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, D.C.: Island Press, 2002.
- [9] B. Walker, C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. P. Kinzig, “Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems,” *E&S*, vol. 9, no. 2, 2004, doi: 10.5751/ES-00650-090205.
- [10] C. Zott, R. Amit, and L. Massa, “The Business Model: Recent Developments and Future Research,” *Journal of Management*, vol. 37, no. 4, pp. 1019–1042, 2011, doi: 10.1177/0149206311406265.
- [11] S. Duchek, “Organizational resilience: a capability-based conceptualization,” *Bus Res*, vol. 13, no. 1, pp. 215–246, 2020, doi: 10.1007/s40685-019-0085-7.
- [12] A. Palzkill and K. Augenstein, “Business model resilience – understanding the role of companies in societal transformation processes,” *uwf*, vol. 25, 1-2, pp. 61–70, 2017, doi: 10.1007/s00550-017-0458-3.
- [13] S. Brink, J. Löher, B. Levering, and A. Icks, “Resilienz von Unternehmen: Einflussfaktoren in der Corona-Pandemie,” *IfM-Materialien*, Bonn 289, 2021. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10419/248423>
- [14] R. Bhamra, S. Dani, and K. Burnard, “Resilience: the concept, a literature review and future directions,” *International Journal of Production Research*, vol. 49, no. 18, pp. 5375–5393, 2011, doi: 10.1080/00207543.2011.563826.
- [15] A. Palzkill and U. Schneidewind, “Managementwissenschaften – Geschäftsmodelle – Kritik: Business Model Resilienz als Perspektive in einer fragilen Moderne,” in *Managementperspektiven für die Zivilgesellschaft des 21. Jahrhunderts*: Springer Gabler, Wiesbaden, 2014, pp. 27–43. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-02523-6_3
- [16] S. M. Shafer, H. J. Smith, and J. C. Linder, “The power of business models,” *Business Horizons*, vol. 48, no. 3, pp. 199–207, 2005, doi: 10.1016/j.bushor.2004.10.014.
- [17] A. Osterwalder and Y. Pigneur, *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. New York: Wiley&Sons, 2013.
- [18] C. M. Christensen, *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Boston, Mass.: Harvard Business School, 1997.
- [19] C. M. Christensen, R. McDonald, E. J. Altman, and J. E. Palmer, “Disruptive Innovation: An Intellectual History and Directions for Future Research,” *Jour. of Manage. Stud.*, vol. 55, no. 7, pp. 1043–1078, 2018, doi: 10.1111/joms.12349.
- [20] D. J. Teece, “Business models and dynamic capabilities,” *Long Range Planning*, vol. 51, no. 1, pp. 40–49, 2018, doi: 10.1016/j.lrp.2017.06.007.
- [21] A. Cozzolino, G. Verona, and F. T. Rothaermel, “Unpacking the Disruption Process: New Technology, Business Models, and Incumbent Adaptation,” *Jour. of Manage. Stud.*, vol. 55, no. 7, pp. 1166–1202, 2018, doi: 10.1111/joms.12352.
- [22] M. Rogers, “The Definition and Measurement of Innovation,” Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research, 1998.
- [23] C. Markides, “Disruptive Innovation: In Need of Better Theory*,” *J Product Innovation Man*, vol. 23, no. 1, pp. 19–25, 2006, doi: 10.1111/j.1540-5885.2005.00177.x.
- [24] F. Lozada-Contreras, K. L. Orengo-Serra, and M. Sanchez-Jauregui, “Adaptive customer relationship management contingency model under disruptive events,” *JAMR*, vol. 19, no. 2, pp. 198–219, 2022, doi: 10.1108/JAMR-12-2020-0347.
- [25] L. Carraresi and S. Bröring, “How does business model redesign foster resilience in emerging circular value chains?,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 289, p. 125823, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.125823.
- [26] M. Cohen *et al.*, “Bespoke supply-chain resilience: The gap between theory and practice,” *J of Ops Management*, vol. 68, no. 5, pp. 515–531, 2022, doi: 10.1002/joom.1184.
- [27] T. Eriksson, M. Heikkilä, and N. Nummela, “Business model innovation for resilient international growth,” *Small Enterprise Research*, vol. 29, no. 3, pp. 205–226, 2022, doi: 10.1080/13215906.2022.2092890.
- [28] M. Johnson, C. C. Christensen, and H. Kagermann, “Reinventing Your Business Model,” *Harvard business review*, vol. 87, pp. 52–60, 2008.
- [29] R. Leisen, B. Steffen, and C. Weber, “Regulatory risk and the resilience of new sustainable business models in the energy sector,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 219, pp. 865–878, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.330.
- [30] W. Stephenson, *The study of behavior: Q-technique and its methodology*. Chicago, IL, US: University of Chicago Press, 1953.
- [31] H. O. Mayer, *Interview und schriftliche Befragung: Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung*, 6th ed. München: Oldenbourg, 2013. [Online]. Available: <http://www.oldenbourg-link.com/isbn/9783486706918>
- [32] D. Pereira, *Spotify Business Model*. [Online]. Available: https://businessmodelanalyst.com/spotify-business-model/#Spotify%E2%80%99s_Revenue_Streams (accessed: Jul. 9 2023).
- [33] H. Ørverby and J. A. Audestad, *Introduction to digital economics: Foundations, business models and case studies*. Cham, Switzerland: Springer, 2021.
- [34] T. Derr, S. Georg, and C. Heiler, *Die disruptive Innovation durch Streamingdienste*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021.
- [35] M. Andersson, A. Hjalmarsson, and M. Avital, “Peer-to-Peer Service Sharing Platforms: Driving Share and Share Alike on a Mass-Scale,” *International Conference on Interaction Sciences*, 2013.
- [36] S. Dolnicar, *Peer-to-Peer Accommodation Networks: Goodfellow Publishers*, 2017.
- [37] J. Liu and Z. Meng, “Innovation Model Analysis of New Energy Vehicles: Taking Toyota, Tesla and BYD as an Example,” *Procedia Engineering*, vol. 174, pp. 965–972, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.248.
- [38] P. Da Costa and D. Attias, Eds., *Towards a sustainable economy: Paradoxes and trends in energy and transportation*, 1st ed. Cham: Springer, 2018. [Online]. Available: <http://www.springer.com/978-3-319-79059-6>
- [39] G. Paché, “The impact of logistics on product assortment policy: an illustration with q-commerce,” *Journal of Supply Chain Management: Research & Practice*, vol. 2022, no. 16.
- [40] tagesschau.de, *Flink wird Partner von Rewe*. [Online]. Available: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/lieferdienste-flink-rewe-partnerschaft-101.html> (accessed: Jul. 9 2023).
- [41] spiegel.de, *Drei Billionen Dollar – Apple ist das wertvollste Unternehmen der Welt*. [Online]. Available: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/apple-und-microsoft-sind-die-wertvollsten-unternehmen-der-welt-a-e0134375-d872-49e9-8478-701162011a32> (accessed: Jul. 9 2023).
- [42] M. Poel, A. Renda, and P. Ballon, “Business model analysis as a new tool for policy evaluation: policies for digital content platforms,” *info*, vol. 9, no. 5, pp. 86–100, 2007, doi: 10.1108/14636690710816471.
- [43] F. Hacklin, J. Björkdahl, and M. W. Wallin, “Strategies for business model innovation: How firms reel in migrating value,” *Long Range Planning*, vol. 51, no. 1, pp. 82–110, 2018, doi: 10.1016/j.lrp.2017.06.009.
- [44] J. C. K. H. Riedel, “Towards an understanding of Apple's success — Conceptualising product-service-business bundles,” in *2014 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE)*, Bergamo, Italy, 2014, pp. 1–6.

Track 2: Green IT: Konzepte und Anwendungsfälle



Big Data und Green IT – ein Widerspruch?

David Mutschler
Stadtwerke Tübingen GmbH
Tübingen, Deutschland
david.mutschler@swtue.de

Tobias Ossa
Baden-Württembergischer
Genossenschaftsverband e.V.
Stuttgart, Deutschland
tobias.ossa@bwgv-info.de

Jannik Schaaf
Bausparkasse Schwäbisch Hall AG
Schwäbisch Hall, Deutschland
jannik.schaaf@schwaebisch-hall.de

Abstract— Die wachsende Menge an Daten hat zu einer immer größeren Bedeutung von Big Data für Unternehmen, Organisationen und staatliche Stellen geführt. Big Data kann, zumeist unter dem Einsatz großer Energiemengen, beispielsweise zur Optimierung von Prozessen oder zu datenbasierten Prognosen genutzt werden. Die ökologischen Auswirkungen, die durch den erhöhten Energieverbrauch und Ressourceneinsatz entstehen, geraten dabei häufig in den Hintergrund. In diesem Paper wird daher untersucht, ob zwischen Big Data und Green IT ein Widerspruch besteht oder ob ein gemeinsames Konzept möglich ist, das beide Bereiche sinnvoll miteinander verbindet. Dazu wird überprüft, ob es sich um ein offenes Forschungsfeld handelt oder ob die Problematik ausreichend untersucht wurde.

Keywords—big data, energy consumption, energy efficiency, green information systems, green it, machine learning, sustainability

I. EINLEITUNG

Die Entwicklung des Internets, des Internet der Dinge und des Cloud Computing hat in den letzten Jahren zu einem signifikanten Anstieg der weltweiten Datenmenge geführt. Umgangssprachlich wird eine überwiegend unstrukturierte und komplexe Datenmenge als „Big Data“ klassifiziert. Die Verwendung dieser Daten ist dabei vielfältig. Internetgiganten wie Meta oder Google können dadurch ihr Produktportfolio nach dem Kundenverhalten optimieren und erweitern. Für die Forschung können die Daten als Grundlage für simulationsbasierte Methoden dienen, um präzise Vorhersagen zu diversen Fragestellungen zu treffen [1]. In dem Bestreben, einen größtmöglichen Nutzen aus der enormen Datenmenge zu gewinnen, greifen Unternehmen bei der Datenanalyse und -verarbeitung immer häufiger auch auf Algorithmen aus dem Bereich Machine Learning zurück. Die Nutzung von Big Data kann Chancen und Möglichkeiten eröffnen, aber auch ökologische Folgen haben. Nicht selten benötigt die Verarbeitung und Sicherung der Daten eine große Menge an Computing-Ressourcen, die wiederum Energie benötigen. Zusätzlich können die Daten nicht auf herkömmlichen Festplatten gespeichert werden, sondern benötigen spezielle Serversysteme [2]. Das Ziel dieses Papers besteht darin, die relevante Literatur zu Big Data und Machine Learning im Zusammenhang mit Green IT zu untersuchen und den aktuellen Forschungsstand zu beleuchten. Der Fokus liegt auf der Frage, ob zwischen den Themen ein Widerspruch besteht. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es zunächst erforderlich, die zentralen Begriffe dieses Beitrags zu definieren und abzugrenzen.

II. BEGRIFFSDEFINITIONEN

A. Big Data

Wie die Bezeichnung impliziert, wird der Begriff „Big Data“ üblicherweise in Zusammenhang mit großen Datenmengen verwendet. Eine auf das Volumen beschränkte Betrachtung wird der zunehmend relevanten Thematik jedoch nicht gerecht [3]. Es existieren verschiedene Ansätze, Big Data zu erklären, welche zumeist auf Vergleichen oder auf der Voraussetzung von bestimmten Attributen basieren [4]. Diesem Paper liegt die verbreitete und anerkannte Definition der „4 V’s“ zugrunde.

Der Definition folgend ist das Volumen (englisch „Volume“) nur eine von vier Dimensionen, anhand derer Big Data sich von „normalen“ Daten unterscheiden können. Diese Dimensionen werden durch „Variety“, „Velocity“ und „Veracity“ vervollständigt. Variety drückt die Vielfalt aus, in der die Daten vorliegen können - als strukturierte Transaktionsdaten oder auch als unstrukturierte Daten wie nutzer-generierte Texte, Bilder und Videos. Ein Markenzeichen von Big Data ist auch die hohe Geschwindigkeit („Velocity“), mit der neue Daten entstehen oder bestehende Daten verändert werden. Veracity bezieht sich auf die Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit der Daten, welche bei Big Data aufgrund der zahlreichen verschiedenen Quellen ebenfalls eine wichtige Rolle einnehmen [5].

B. Machine Learning

Machine Learning (ML) ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz (KI), das sich hauptsächlich auf den Prozess konzentriert, bei dem Systeme aus Trainingsdaten lernen, um die automatisierte Erstellung von Analysemodellen zu ermöglichen. Zu ML gehören neben einer Vielzahl von Algorithmen auch die Unterdisziplinen „neuronale Netze“ und „Deep Learning“. Neuronale Netze sind besonders zukunftsweisend, da ihre flexible Struktur in verschiedenen Kontexten verwendet werden kann. Inspiriert von biologischen Systemen basieren neuronale Netze auf mathematischen Darstellungen von verbundenen Verarbeitungseinheiten, die als künstliche Neuronen bezeichnet werden und ähnlich wie Synapsen im Gehirn funktionieren. Deep Learning setzt in der Regel ebenfalls solche neuronalen Netze ein und zeichnet sich im Vergleich zu anderen ML-Ansätzen durch eine noch komplexere Architektur und einen höheren Grad an Automatisierung aus [6].

Im Zeitalter von Big Data zeigen sich die Ansätze des ML äußerst vielversprechend. Durch die enorme Menge an verfügbaren Informationen ermöglicht Big Data das Extra-

hieren von Mustern und die Erstellung von Vorhersagemodellen wie nie zuvor. Allerdings bringt Big Data auch große Herausforderungen für ML mit sich. Dazu gehören die Skalierbarkeit der Modelle, verteilte Datenverarbeitung, Anpassungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit [7].

C. Green IT

Die Verknüpfung der Begriffe „Green IT“ und „Nachhaltigkeit“ lässt verschiedene Interpretationsansätze zu. Bezogen auf die Nachhaltigkeit von IT können, je nach Standpunkt, neben der Umweltverträglichkeit auch wirtschaftliche oder soziale Aspekte berücksichtigt werden. Ebenso können direkte und indirekte bzw. versteckte Auswirkungen auf die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit unterschieden werden [8]. In diesem Paper werden Nachhaltigkeit und Green IT auf die direkten und indirekten Auswirkungen von IT bzw. Big Data auf die Umwelt bezogen.

Der IT wohnt in diesem Kontext eine Doppelrolle inne. Einerseits ist IT die Quelle großer Umweltverschmutzung durch Elektronikschrott und eines enormen Stromverbrauchs – hierfür sind Big Data und die damit einhergehenden Datenbanken und rechenintensiven Anwendungen ein beliebtes Beispiel. Somit schadet IT direkt der ökologischen Nachhaltigkeit. Andererseits ist IT aus unserer Gesellschaft nicht mehr wegzudenken und wird aktiv zum Nachhaltigkeitsmanagement genutzt, z.B. durch Sensortechnik zur Stromverbrauchsüberwachung [9].

Bei der Einschränkung von Green IT auf die Theorie und Praxis umweltverträglicher IT gilt im Wesentlichen ein ganzheitlicher Ansatz. Dieser schließt den gesamten Lebenszyklus von IT-Hard- und Software mit ein, also die Planung, Herstellung bzw. Entwicklung, Nutzung und Entsorgung. Durch den Fokus auf Ökologisierung dieser vier komplementären Bereiche soll eine umfassende ökologische Nachhaltigkeit der IT erreicht werden [10].

III. LITERATURRECHERCHE

Um die beschriebene Problemstellung zu untersuchen, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Es wurden auf Basis einer Verkettung von Begriffen mit logischen Operatoren, nachfolgend als Suchstring bezeichnet, insgesamt sieben Datenbanken durchsucht. Im Zentrum der Untersuchung stand die Frage, ob zwischen Big Data und Green IT ein Widerspruch besteht. Diesbezüglich wird in diesem Paper der aktuelle Stand der Forschung betrachtet und eingeordnet. Hierzu wurden die Ergebnisse der Datenbanken jeweils anhand des Titels, Abstracts und schließlich ihres Inhaltes auf Tauglichkeit beurteilt.

A. Suchstring

Der Suchstring wurde auf Basis der Hauptbegriffe der Fragestellung, „Big Data“, „Machine Learning“ und „Green IT“ sowie geeigneten Synonymen und bedeutungsähnlichen Begriffen erstellt. Neben den Hauptbegriffen wurde zunächst „Data Lake“ als Begriff mit einer ähnlichen Bedeutung zu „Big Data“ bzw. „Machine Learning“ gewählt. Ergänzend dazu wurden die Begriffe „Energy Consumption“, „Green IS“, „Green Information Systems“, „Power Consumption“, „Sustainability“ sowie „Sustainable“ als Begriffe

mit einer Ähnlichkeit zu „Green IT“ gewählt. Später wurde auch der Begriff „IT Energy Management“ in den Suchstring aufgenommen. Diese Begriffe wurden mit den logischen Operatoren „AND“ und „OR“ verknüpft. Anhand erster Ergebnisse wurde ersichtlich, dass die Begriffe eingegrenzt und der Suchstring optimiert werden muss, da die Datenbanken zu viele Suchtreffer ergaben. Neben den zahlreichen Suchtreffern der unterschiedlichen Datenbanken verfehlten viele der Treffer die Thematik dieses Papers. So handelten beispielsweise einige der Ergebnisse von der Optimierung von Stromnetzen oder von der allgemeinen Ausgestaltung intelligenter und stromsparender Netzwerke. Als Folge daraus wurde der Suchstring dahingehend angepasst, dass Begriffe wie „IT Energy Management“ oder „Power Consumption“ aus dem Suchstring entfernt wurden. Zudem wurde der Suchstring durch den logischen Operator „AND NOT“ und den anschließenden Schlagworten „Smart Grid“ und „Electricity Grid“ erweitert, um Publikationen über stromsparende Netzwerke aus den Ergebnissen auszuschließen.

Aus diesen Maßnahmen ergab sich der folgende Suchstring, welcher die Basis dieser Literaturrecherche bildet:

```
((("Big Data" OR "Machine Learning") AND ("Green IT" OR "Green Information Systems" OR "Sustainability" OR "Energy Consumption" OR "Energy Efficiency"))) AND NOT ("Smart Grid" OR "Electricity Grid")
```

B. Suchstrategie

Um relevante Literatur für dieses Paper zu finden, wurden die folgenden Datenbanken mithilfe des oben beschriebenen Suchstrings durchsucht:

- ACM Digital Library (<https://dl.acm.org/>)
- AIS eLibrary (<https://aisel.aisnet.org/>)
- Google Scholar (<https://scholar.google.de/>)
- IEEE Explore (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>)
- SpringerLink (<https://link.springer.com/>)
- Taylor and Francis (<https://www.tandfonline.com>)
- Wiley Online Library (<https://onlinelibrary.wiley.com/>)

Diese Datenbanken wurden ausgewählt, da es sich um einige der wichtigsten Datenbanken im Bereich der IT bzw. Datenverarbeitung handelt [11]. Der Suchstring musste teilweise, je nach Datenbank, umgeschrieben und in einzelne Begriffe aufgeteilt werden, da die Suchmaschinen der verschiedenen Datenbanken abweichende Anforderungen aufweisen. Die Suchergebnisse wurden auf den Typ „Journal“ eingegrenzt. Bei der Datenbank von SpringerLink wurde stattdessen auf den Typ „Conference Paper“ eingeschränkt, da diese Art der Veröffentlichungen den Journals am ähnlichsten ist. Weitere Einschränkungen, wie bspw. eine zeitliche Eingrenzung der Suchergebnisse, wurden nicht vorgenommen, damit auch die Entwicklung dieses Forschungsbereichs über die Jahre dargestellt werden kann.

Da nicht alle Treffer der unterschiedlichen Datenbanken genutzt werden können, wurden zunächst die Suchergebnisse klassifiziert. Es wurden alle Treffer anhand des Titels

bzw. des Abstracts auf Eignung für dieses Paper überprüft. Für die Durchsuchung der Ergebnisse wurde ein manuelles Abbruchkriterium definiert. Dieses wurde erreicht, wenn in einer Datenbank drei aufeinanderfolgende Suchergebnisseiten anhand des Titels oder des Abstracts keinen geeigneten Treffer mehr ergeben haben. Die untenstehende Tabelle zeigt die jeweilige Anzahl an Treffern. Es werden sowohl die Suchtreffer insgesamt, die anhand des Titels oder des Abstracts geeigneten Suchtreffer und die tatsächlich in diesem Paper genutzten Publikationen aufgeführt.

TABELLE I. ERGEBNISÜBERSICHT

Datenbank	Anzahl der Treffer	Anzahl der geeigneten Publikationen anhand des Titels oder des Abstracts	Anzahl der genutzten Publikationen
ACM	1.873	1	1
AIS	453	1	0
Google Scholar	20.900	4	2
IEEE	1.290	4	2
SpringerLink	11.779	2	1
Taylor and Francis	2.690	1	0
Wiley	8.331	10	6

IV. ERGEBNISTEIL

Insgesamt wurden 23 Journals auf Basis des Titels und des Abstracts als potenziell geeignet eingestuft. Diese werden in der folgenden Tabelle aufgeführt. Inhaltlich wurden einige von den gefundenen Papers für die weitere Verwendung in dieser Arbeit aussortiert, da diese für die Fragestellungen dieser Arbeit nicht zielführend gewesen wären. Die tatsächlich in dieser Arbeit genutzten Papers werden in der Tabelle **fett** hervorgehoben.

TABELLE II. KATEGORISIERUNG DER ERGEBNISSE

Fokus	Studie
Big Data	[1], [2], [12] [13], [14], [15] [16], [17], [18], [19], [20], [21]
Machine Learning	[22], [23]
Green IT	[24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

Durch die systematische Literaturrecherche ist ersichtlich geworden, dass die Einsatzgebiete von Big Data breitgefächert sind. Big Data ist dabei nicht nur für Unternehmen von Bedeutung, sondern auch für die Forschung und für staatliche Stellen. Im Zusammenhang mit Big Data wird der Nachhaltigkeit und den ökologischen Aspekten durch das rasche Wachstum von Big Data eine enorme Möglichkeit zugesprochen. So kann auf Basis der wachsenden Daten eine schnellere und bessere nachhaltige Entscheidungsfindung erfolgen [25].

Zudem ist es für Unternehmen von immer größerer Bedeutung, Nachhaltigkeit in die Geschäftsprozesse zu integrieren. Die Entwicklung der Literaturquellen, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzen, spiegeln diesen Sachverhalt jedoch nicht eindeutig wider. In der nachfolgenden Abbildung wird die Anzahl der anhand des obigen Suchstring gefundenen Literaturquellen im jeweiligen Erscheinungsjahr dargestellt.

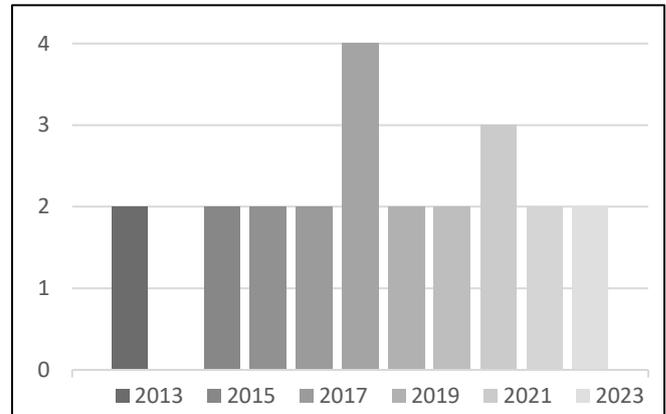


Abbildung 1: Publikationen zum Thema Big Data / ML und Green IT pro Jahr

Dennoch wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Konzepte und Anwendungsgebiete von Big Data und ML im Kontext zu Green IT erforscht, wie in den folgenden Abschnitten aufgezeigt wird.

Cave et al. beschreiben beispielsweise die Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von Big Data im Bereich der Arzneimittelregulierung. Dabei können Daten aus klinischen Studien, Forschungen oder unerwünschten Arzneimittelwirkungen verwendet werden, um die Entscheidungsfindung von Regulierungsbehörden zu unterstützen. Um diese Chancen zu nutzen, hat die Europäische Arzneimittel-Agentur gemeinsam mit den Leitern der europäischen Zulassungsbehörden für Arzneimittel für den Human- und Veterinärbereich eine Taskforce gebildet. In einer ersten Phase wurden die Herausforderungen benannt, die bei einer Verwendung von Big Data vorhanden sein könnten. Ein Kernaspekt war dabei die Standardisierung und Harmonisierung der Datenlandschaft. Nur so könne sichergestellt werden, dass die Interoperabilität und die Datenqualität erhöht wird. Mithilfe dieser Grundlage könnten Verbindungen von verschiedenen Datensätzen hergestellt werden, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, die nicht aus isolierten Einzeldatensätzen möglich wären. [20]

Ein weiteres Einsatzgebiet von Big Data ist die Erreichung der Sustainable Development Goals (SDG). Dafür wurde im Jahr 2015 die Agenda 2030 von der Weltgemeinschaft verabschiedet, um einen Fahrplan für die Zukunft zu definieren. Einsatzfelder können beispielsweise die Maßnahmen zum Klimaschutz, hochwertige Bildung oder der nachhaltige Konsum sein [33]. Rathinam et al. nennen als potenzielle Datenquelle Sensoren, Satelliten, Online-Transaktionen, Suchdaten, Mobiltelefonaten und soziale Medien. Relevant ist dabei, dass die Daten passiv erzeugt und automatisch gesammelt werden. Nur so könne man von Big Data profitieren und staatliche Stellen unterstützen, die begrenzte Kapazitäten besitzen. Aktuell werden vereinzelt noch Volkszählungen, Haushalterhebungen und Verwaltungsdaten als

Bewertung von Entwicklungsprogrammen und -politiken genutzt. Dabei kann es zu Budgetbeschränkungen, schwer erreichbaren Zielgruppen, Messfehlern oder Verzögerungen bei der Datenerhebung kommen. Bei humanitären Notsituationen wäre eine Datenerhebung oft unmöglich. Mithilfe der gesammelten Daten von Mobiltelefonen wäre es möglich, Einwohnerzahlen, Migration, Bevölkerungsbewegungen und den Alphabetisierungsgrad der Nutzenden zu sammeln. Big Data dient damit als Datengrundlage für politische Entscheidungsträger, um Fortschritte der SDGs zu überwachen und zu bewerten [15].

Trotz der vielen Einsatzmöglichkeiten von Big Data dürfen die Themen der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes nicht vernachlässigt werden. Die Verwendung von Big Data kann eine große Anzahl von Rechenzentren benötigen, die einen hohen Energiebedarf haben. Des Weiteren wird für die Generierung der Daten, die Speicherung und den entstehenden Netzwerkverkehr weitere Energie benötigt. Durch die Zunahme des Energieverbrauchs und der Computing-Ressourcen kann es zum Anstieg von Treibhausgasemissionen kommen [18]. Nach Wu et al. ist es deswegen notwendig, den gesamten Lebenszyklus von Big Data zu analysieren und optimieren. Dabei wird der Zyklus in drei Teilbereiche eingeteilt:

- Big Data Acquisition
- Big Data Storage
- Big Data Analytics

Eine Optimierung im Bereich der Datenbeschaffung (Acquisition) kann die Kompression sein. Dadurch können Daten reduziert werden und optimiert versendet werden. Auch das Speichern von Daten kann durch Kompression verbessert werden. Mithilfe der sogenannten Deduplizierung können doppelt vorhandene Daten entfernt werden, damit diese nur einmal vorliegen. Um die Speicherung der Daten nachhaltiger zu gestalten, wird der Vorschlag gemacht, die Rechenzentren vermehrt durch erneuerbare Energien zu betreiben. Dabei sollte das Gesamtkonzept des Rechenzentrums so nachhaltig wie möglich gestaltet werden. Im Bereich Big Data Analytics stellen sich die Optimierungsmöglichkeiten besonders schwierig dar. Da eine signifikant große Menge an Daten verarbeitet werden muss, werden generell viele Computing-Ressourcen benötigt [2].

Um den Energieverbrauch dieser Ressourcen zu verringern, haben Loghin et al. untersucht, ob klassische große Serverknoten durch den Einsatz von einer Vielzahl von kleineren und energieeffizienten Mikroprozessoren ersetzt werden könnten. Dabei konnte bei bestimmten Benchmarks festgestellt werden, dass die Mikroprozessoren besser abgeschnitten haben als klassische Intel-Serversysteme und nur einen Bruchteil der elektrischen Leistung benötigen. Dennoch kann pauschal nicht dazu geraten werden Mikroprozessoren im Big-Data-Umfeld einzusetzen. Da Mikroprozessoren in den vergangenen Jahren eine große Leistungssteigerung erfahren haben, ist es aber möglich, dass diese in der Zukunft für einen Big-Data-Einsatz geeignet sein werden [13].

In der deutschen Automobilindustrie werden potenzielle Anwendungsfälle durch nachhaltige Prozessgestaltung von Big Data für das Umweltmanagement identifiziert. Es wurde im Zusammenhang mit Big Data vorgeschlagen, dass bspw. das Abfallmanagement optimiert werden kann. Konkret

wurde vorgeschlagen, über Sensoren die Füllstände oder Temperaturen in Echtzeit zu überwachen und Prognosen zu treffen, was somit ein effizientes Management von Entsorgungsmaßnahmen ermöglichen würde. Dadurch würden sich mit der Analyse der Daten ökologische Vorteile durch eine Abfallreduktion sowie ein wirtschaftlicher Vorteil durch eine Kosteneinsparung erzielen lassen.

Außerdem wurde eine Möglichkeit erläutert, den Energieverbrauch zuverlässig zu messen und die Energieeffizienz zu steigern. Hierfür ist eine genaue Bestimmung des Ausgangszustandes des Energieverbrauches eine Grundvoraussetzung, was bei vielen Unternehmen jedoch nicht möglich ist. Durch ein Netzwerk aus vielen verschiedenen Messpunkten sowie einer Analyse dieser großen Datenmenge lassen sich Einsparungspotenziale sowohl auf der Energie-, als auch auf der Kostenseite identifizieren. Durch Echtzeitbeobachtung und Auswertung des Energieverbrauchs an definierten Messpunkten kann beispielsweise eine vorausschauende Planung des benötigten Strombedarfes durch prädiktive und präskriptive Analysen erfolgen, um bei geringer Auslastung bspw. nicht benötigte Maschinen herunterzufahren [26].

Traditionelle und herkömmliche Methoden, um Daten analysieren zu können, reichen im Zusammenhang mit Big Data oft nicht mehr aus, weshalb häufig Methoden aus dem Bereich Big Data Analytics eingesetzt werden [31]. Durch diese Methoden lässt sich die rapide wachsende Menge an unstrukturierten Daten der Unternehmen analysieren und aufbereiten. Derzeit wird jedoch bei vielen Unternehmen das Potential dieser Analysen und Auswertungen nicht voll ausgeschöpft, da es vielen Unternehmen sowohl an empirischen Studien als auch Techniken und IT-Softwarelösungen fehlt, um die Daten auswerten zu können [29].

In den gefundenen Journals wird ML in Zusammenhang mit Green IT aus zwei wesentlichen Gesichtspunkten betrachtet: „Wie kann ML genutzt werden, um nachhaltigere Entscheidungen zu unterstützen?“ und „Wie kann ML selbst nachhaltiger gestaltet werden?“. Mit ML-basierten Energieverbrauchssimulationen und -prognosen wird versucht, sich einer Antwort auf die erste Frage zu nähern. Da ein maßgeblicher Anteil des weltweiten Energieverbrauchs und CO₂-Ausstoßes auf Gebäude entfällt, wird ein Modell vorgeschlagen, mit dessen Hilfe die Energieeffizienz in Bürogebäuden gesteigert werden kann [22].

Bezüglich der zweiten Frage, werden besonders der hohe Energieverbrauch und die Kohlenstoffemissionen bei der datenintensiven Schulung mit ML-Algorithmen als wichtige Ansatzstellen hervorgehoben. Laut einer Studie könne das Training und Feintuning von ML-Modellen mit Deep Learning so viel CO₂ produzieren, wie fünf Autos während ihrer Lebensdauer. Indem Hardware, Software (ML-Modell) und die Kohlenstoffintensität der Energiequellen berücksichtigt werden, soll KI gefördert werden, die umweltfreundlicher und integrativer ist. In einem Hardware-Experiment konnte beispielsweise die Praktikabilität von ARM-Einplatinencomputern für das Training von ML-Algorithmen im Vergleich zu Hochleistungsarchitekturen und GPUs nachgewiesen werden. Softwareseitig konnte durch eine situationsgerechte Konfiguration eines Algorithmus eine Energieeinsparung von 28% bei gleichbleibender Modellgenauigkeit erzielt werden. Zuletzt wird bezüglich der Kohlenstoffintensität der Energiequellen empfohlen, bei der Auswahl von Cloud-Infrastrukturen den Standort des Rechenzentrums zu

berücksichtigen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern [23].

V. DISKUSSION

Die Erkenntnisse aus der systematischen Literaturrecherche verdeutlichen, dass die Forschung über den Zusammenhang von Big Data und Green IT bereits einige Lösungsansätze liefern konnte, viele Fragen aber weiterhin unbeantwortet bleiben. Aus den unterschiedlichen Journals geht hervor, dass manche Unternehmen bereits die Bedeutung der Integration von Nachhaltigkeit in ihre Geschäftsprozesse erkannt haben. So konnten zum Beispiel auf Basis von Big Data schon nachhaltigere Unternehmensentscheidungen getroffen werden [25] oder Prozesse im Sinne der Nachhaltigkeit optimiert und dabei gleichzeitig ein wirtschaftlicher Erfolg erzielt werden [26].

Anhand der Literatur wird jedoch auch ersichtlich, dass es noch einige Herausforderungen zu bewältigen gibt, bevor eine effektive Verbindung von Big Data und Green IT hergestellt werden kann. Zunächst gilt es, die Umweltbelastung zu reduzieren, die aus der Arbeit mit Big Data entsteht. Hierfür existieren bereits Konzepte, welche den gesamten Lebenszyklus der Hard- und Software berücksichtigen. Durch mehrere Studien wurde belegt, dass eine Minderung der Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs entlang dieses Lebenszyklus ohne signifikante Leistungseinbrüche möglich ist [2] [13] [23].

Abgesehen von der eigenen Belastung für die Umwelt, fehlen bislang die Best Practices für die Nutzung der Vorteile von Big Data für eine nachhaltigere IT. Exemplarisch ist hierfür die Problematik der Datenbeschaffung in Zusammenhang mit der Erfüllung der SDGs. Obwohl es technisch möglich ist, Satelliten- und Mobiltelefonaten zu sammeln und auszuwerten, werden die Themen Datenschutz und Datensicherheit nur teilweise berücksichtigt. Ethische Fragestellungen werden ebenfalls vernachlässigt. Es ist wichtig, dass Personen, von denen Daten erhoben werden, vorher zustimmen und wissen, wie ihre Daten verwendet und verarbeitet werden. Darüber hinaus gestaltet es sich schwierig, einen gemeinsamen und weltweit gültigen Standard in diesem Kontext zu definieren [15].

Die Nutzung und Analyse von Big Data stellt Unternehmen vor eine weitere große Herausforderung. Oftmals fehlen geeignete Tools, um die große Datenmenge effektiv und effizient nutzen zu können. Herkömmliche Methoden wie Data Mining sind häufig nicht mehr ausreichend, um die Datenmassen zu analysieren. Dies könnte einer der Gründe dafür sein, dass es in den verschiedenen Quellen zwar viele theoretische Beispiele zur Nutzung von Big Data für die Verbesserung der ökologischen und nachhaltigen Aspekte eines Unternehmens gibt, jedoch kaum praktische Umsetzungen. So scheint das große Potenzial von Big Data für eine grünere IT durch Unternehmen bislang nur unzureichend ausgeschöpft zu werden. Eine vielversprechende Option, dieses Potenzial nutzbar zu machen bietet indessen ML. Auch in diesem Bereich reicht die Forschung bislang aber nicht über theoretische Ansätze hinaus.

Betrachtet man die einleitende Fragestellung dieses Papers, lässt sich zunächst tatsächlich ein gewisser Widerspruch erkennen. Sowohl Big Data als auch die Analyse großer Datenmengen durch ML-Algorithmen verursachen in

vielen Fällen eine enorme Umweltbelastung. Wie in diesem Paper aufgezeigt wurde, gibt es jedoch bereits einige Ansätze, um diese Belastung zu verringern und Big Data sowie ML für nachhaltige Zwecke einzusetzen. Diesen theoretischen Ansätzen fehlt bisher größtenteils die Anwendung in der realen Welt. In Anbetracht der Aktualität und Bedeutung der Themen Big Data, ML und Green IT überrascht die vergleichsweise geringe Menge an gefundener Literatur, welche diese Themen in Verbindung bringt. Dies lässt den Eindruck entstehen, dass Nachhaltigkeit derzeit eine untergeordnete Rolle bei der Erforschung und Weiterentwicklung von Big Data und ML spielt. Die Entwicklung der Anzahl an Literaturquellen in den vergangenen Jahren (Abbildung 1) lässt aktuell nicht auf eine unmittelbar bevorstehende Änderung dieser Rolle schließen.

Die Autoren dieses Papers betonen, dass die Forschung zu Big Data und ML verstärkt den Fokus auf Green IT richten sollte. Es bedarf weiterer praktikabler Lösungsvorschläge, die in der Praxis effektiv umgesetzt werden können. Hierbei spielen Unternehmen eine entscheidende Rolle, indem sie diese Entwicklung durch konkrete Projekte vorantreiben und Best Practices etablieren. Staatliche Stellen sollten gezielte Anreize setzen, um Forschung und Unternehmen in diese Richtung zu lenken und sie bei der Umstellung von Big Data auf umweltfreundliche Methoden und Ziele zu unterstützen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Rahmen dieses Papers wurde auf Basis einer systematischen Literaturrecherche ermittelt, ob zwischen den Themen Big Data und Green IT ein Widerspruch besteht. Die hierzu gefundenen Journals wurden kategorisiert, inhaltlich beleuchtet und abschließend in einer Diskussion eingeordnet. Dadurch konnte auf die eingehende Leitfrage eine Antwort gegeben werden. Ein Widerspruch zwischen Big Data und Green IT besteht höchstens auf den ersten, oberflächlichen Blick. Bei genauerer Betrachtung offenbart sich das Potenzial, welches einer Verbindung dieser Themengebiete innewohnt. Für die Zukunft besteht die Chance, dass die Weiterentwicklung von Big Data auch eine Weiterentwicklung von Green IT nach sich zieht.

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Papers war die Untersuchung der Frage, ob es sich bei Big Data in Verbindung mit Green IT um ein offenes Forschungsfeld handelt. Die Beantwortung dieser Frage beeinflusst auch, wie sich dieses Thema in der Zukunft entwickeln könnte. Obwohl in Kapitel IV einige Ansätze aus der Literatur präsentiert werden konnten, kann das Forschungsfeld weiterhin als offen eingestuft werden. Die Forschung konnte zwar bereits vielversprechende Ansätze entwickeln, diese sind jedoch noch kaum in der Praxis erprobt worden und es existieren noch keine festen Lösungsstrategien oder Praktiken. Die Zusammenführung von Big Data und Green IT erfordert daher weitere Erforschung und Innovationen, um effektive Methoden zur Integration dieser beiden Konzepte zu entwickeln.

LITERATUR

- [1] X. Jin, B. W. Wah, X. Cheng und Y. Wang, „Significance and Challenges of Big Data Research,“ *Big Data Research*, Jg. 2, Nr. 2, S. 59–64, 2015, doi: 10.1016/j.bdr.2015.01.006.
- [2] J. Wu, S. Guo, J. Li und D. Zeng, „Big Data Meet Green Challenges: Greening Big Data,“ *IEEE Systems Journal*, Jg. 10, Nr. 3, S. 873–887, 2016, doi: 10.1109/JSYST.2016.2550538.
- [3] I. D. Constantiou und J. Kallinikos, „New Games, New Rules: Big Data and the Changing Context of Strategy,“ *Journal of Information Technology*, Jg. 30, Nr. 1, S. 44–57, 2015, doi: 10.1057/jit.2014.17.
- [4] I. Emmanuel und C. Stanier, „Defining Big Data,“ in *Proceedings of the International Conference on Big Data and Advanced Wireless Technologies*, Blagoevgrad Bulgaria, D. E. Boubiche, H. Hamdan und A. Bounceur, Hg., 11102016, S. 1–6, doi: 10.1145/3010089.3010090.
- [5] A. Abbasi, S. Sarker und R. Chiang, „Big Data Research in Information Systems: Toward an Inclusive Research Agenda,“ *JAIS*, Jg. 17, Nr. 2, S. I–XXXII, 2016, doi: 10.17705/1jais.00423.
- [6] C. Janiesch, P. Zschech und K. Heinrich, „Machine learning and deep learning,“ *Electron Markets*, Jg. 31, Nr. 3, S. 685–695, 2021, doi: 10.1007/s12525-021-00475-2.
- [7] L. Zhou, S. Pan, J. Wang und A. V. Vasilakos, „Machine learning on big data: Opportunities and challenges,“ *Neurocomputing*, Jg. 237, S. 350–361, 2017, doi: 10.1016/j.neucom.2017.01.026.
- [8] S. Faucheux und I. Nicolai, „IT for green and green IT: A proposed typology of eco-innovation,“ *Ecological Economics*, Jg. 70, Nr. 11, S. 2020–2027, 2011, doi: 10.1016/j.ecolecon.2011.05.019.
- [9] Q. Deng, S. Ji und Y. Wang, „Green IT practice disclosure,“ *JICES*, Jg. 15, Nr. 2, S. 145–164, 2017, doi: 10.1108/JICES-12-2016-0046.
- [10] S. Murugesan, „Harnessing Green IT: Principles and Practices,“ *IT Prof.*, Jg. 10, Nr. 1, S. 24–33, 2008, doi: 10.1109/MITP.2008.10.
- [11] E. Pettersen und R. Colomo-Palacios, „Energy consumption in big data environments – a systematic mapping study,“ Jg. 1, Nr. 1, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://core.ac.uk/download/pdf/249938595.pdf>
- [12] J. M. Gómez, C. Lang und V. Wohlgemuth, *IT-gestütztes Ressourcen- und Energiemanagement: Konferenzband zu den 5. BUIS-Tagen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer Vieweg, 2013.
- [13] D. Loghin, B. M. Tudor, H. Zhang, B. C. Ooi und Y. M. Teo, „A performance study of big data on small nodes,“ *Proc. VLDB Endow.*, Jg. 8, Nr. 7, S. 762–773, 2015, doi: 10.14778/2752939.2752945.
- [14] S. MacFeely, „The Big (data) Bang: Opportunities and Challenges for Compiling SDG Indicators,“ *Glob Policy*, Jg. 10, S1, S. 121–133, 2019, doi: 10.1111/1758-5899.12595.
- [15] F. Rathinam *et al.*, „Using big data for evaluating development outcomes: A systematic map,“ *Campbell systematic reviews*, Early Access. doi: 10.1002/cl2.1149.
- [16] K. Singhal, Q. Feng, R. Ganeshan, N. R. Sanders und J. G. Shanthikumar, „Introduction to the Special Issue on Perspectives on Big Data,“ *Prod Oper Manag*, Jg. 27, Nr. 9, S. 1639–1641, 2018, doi: 10.1111/poms.12939.
- [17] M. Song *et al.*, „How would big data support societal development and environmental sustainability? Insights and practices,“ *Journal of Cleaner Production*, Jg. 142, S. 489–500, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.091.
- [18] J. Wu, S. Guo, J. Li und D. Zeng, „Big Data Meet Green Challenges: Big Data Toward Green Applications,“ *IEEE Systems Journal*, Jg. 10, Nr. 3, S. 888–900, 2016, doi: 10.1109/JSYST.2016.2550530.
- [19] H. U. Buhl, M. Röglinger, F. Moser und J. Heidemann, „Big Data,“ *Bus Inf Syst Eng*, Jg. 5, Nr. 2, S. 65–69, 2013, doi: 10.1007/s12599-013-0249-5.
- [20] A. Cave, N. C. Brun, F. Sweeney, G. Rasi und T. Senderovitz, „Big Data - How to Realize the Promise,“ *Clinical pharmacology and therapeutics*, Early Access. doi: 10.1002/cpt.1736.
- [21] K. Lamba und S. P. Singh, „Big data in operations and supply chain management: current trends and future perspectives,“ *Production Planning & Control*, Jg. 28, 11–12, S. 877–890, 2017, doi: 10.1080/09537287.2017.1336787.
- [22] N.-T. Ngo, A.-D. Pham, N.-S. Truong, T. T. H. Truong und N.-T. Huynh, „Hybrid Machine Learning for Time-Series Energy Data for Enhancing Energy Efficiency in Buildings,“ in *Computational Science – ICCS 2021 (Lecture Notes in Computer Science)*, M. Paszynski, D. Kranzlmüller, V. V. Krzhizhanovskaya, J. J. Dongarra und P. M.A. Sloot, Hg., Cham: Springer International Publishing, 2021, S. 273–285.
- [23] A. M. Yokoyama, M. Ferro, F. B. de Paula, V. G. Vieira und B. Schulze, „Investigating hardware and software aspects in the energy consumption of machine learning: A green AI-centric analysis,“ *Concurrency and Computation*, Jg. 11, Nr. 248, S. 60, 2023, doi: 10.1002/cpe.7825.
- [24] A. M. Al-Salim, T. E.H. El-Gorashi, A. Q. Lawey und J. M.H. Elmighani, „Greening big data networks: velocity impact,“ *IET Optoelectronics*, Jg. 12, Nr. 3, S. 126–135, 2018, doi: 10.1049/iet-opt.2016.0165.
- [25] C. J. Corbett, „How Sustainable Is Big Data?,“ *Prod Oper Manag*, Jg. 27, Nr. 9, S. 1685–1695, 2018, doi: 10.1111/poms.12837.
- [26] G. Beier, J. Kiefer und J. Knopf, „Potentials of big data for corporate environmental management: A case study from the German automotive industry,“ *Journal of Industrial Ecology*, Jg. 26, Nr. 1, S. 336–349, 2022, doi: 10.1111/jieec.13062.
- [27] C. Fernandez-Basso, M. D. Ruiz und M. J. Martin-Bautista, „A Fuzzy Mining Approach for Energy Efficiency in a Big Data Framework,“ *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, Jg. 28, Nr. 11, S. 2747–2758, 2020, doi: 10.1109/TFUZZ.2020.2992180.
- [28] A. K. Feroz, H. Zo und A. Chiravuri, „Digital Transformation and Environmental Sustainability: A Review and Research Agenda,“ *Sustainability*, Jg. 13, Nr. 3, S. 1530, 2021, doi: 10.3390/su13031530.
- [29] M. Li, „Green governance and corporate social responsibility: The role of big data analytics,“ *Sustainable Development*, Jg. 31, Nr. 2, S. 773–783, 2023, doi: 10.1002/sd.2418.
- [30] K. M. de Ramos, „Industrial Energy Efficiency,“ *Climate and Energy*, Jg. 39, Nr. 1, S. 28–32, 2022, doi: 10.1002/gas.22303.
- [31] M.-L. Song, R. Fisher, J.-L. Wang und L.-B. Cui, „Environmental performance evaluation with big data: theories and methods,“ *Ann Oper Res*, Jg. 270, 1–2, S. 459–472, 2018, doi: 10.1007/s10479-016-2158-8.
- [32] Y. Tian, L. Sehovac und K. Grolinger, „Similarity-Based Chained Transfer Learning for Energy Forecasting With Big Data,“ *IEEE Access*, Jg. 7, S. 139895–139908, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2943752.
- [33] Die Bundesregierung. „Globale Nachhaltigkeitsstrategie: Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt.“ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-erklart-232174> (Zugriff am: 8. Juli 2023).

Die Nachhaltigkeit von New Work auf dem Prüfstand

Patrick Bienia
Alfred Kärcher SE & Co. KG
Winnenden
patrick.bienia@de.kaercher.com

Julian Schäfer
Alfred Kärcher SE & Co. KG
Winnenden
julian.schaefer@de.kaercher.com

Till Stadelmann
Alfred Kärcher SE & Co. KG
Winnenden
till.stadelmann@de.kaercher.com

Abstract—Das Paper befasst sich mit der Fragestellung, inwiefern New Work Modelle zur Nachhaltigkeit von Unternehmen beitragen. Auf Basis einer Literaturrecherche konnten spezifische Szenarien entwickelt und auf ein Fallbeispiel angewendet werden. Dabei wurden die Klimabilanzen je Szenario in Anlehnung an das Greenhouse Gas Protocol ermittelt und die Ergebnisse mit bestehenden Studien verglichen. Als zentrale Erkenntnis hat sich herausgestellt, dass insbesondere Remote-Work, durch die Einsparung der Pendlerwege zur Reduktion von Treibhausgasemissionen führt. Zusätzlich zu den ökologischen Vorteilen kann der strategische Einsatz von New Work Modellen positive Effekte auf die ökonomische Nachhaltigkeit haben.

I. EINLEITUNG

New Work bezeichnet ein neues Konzept der Arbeitsorganisation mit dem Ziel, die Arbeitsbedingungen und die Zufriedenheit der Mitarbeitenden durch den Einsatz verschiedener Maßnahmen zu erhöhen. Die Bezeichnung New Work wird daher immer häufiger als Überbegriff für dynamische Veränderungen des Arbeitsplatzes und die damit einhergehende wandelnde Einstellung gegenüber der modernen Arbeitswelt verwendet. Die stärker globalisierte und digitale Art und Weise, wie Menschen heutzutage arbeiten, fördern diesen Trend und bieten Arbeitgebern mehr Möglichkeiten, ein attraktives Arbeitsumfeld für die Mitarbeitenden zu schaffen [1].

Diese können flexible Arbeitszeiten, mehr Selbstbestimmung der Mitarbeitenden hinsichtlich Arbeitsort und Arbeitsweise sowie flache Hierarchien sein. Insbesondere im Zuge der Corona-Pandemie konnten viele Menschen ihrer Arbeit von Zuhause im sogenannten Homeoffice nachgehen [2]. Auf konkrete Ansätze von New Work wird im folgenden Abschnitt A eingegangen.

Gleichzeitig sehen sich Unternehmen vor der Herausforderung, sich nachhaltig auszurichten und damit einhergehend Verantwortung für kommende Generationen zu übernehmen. Arbeitnehmende und Kunden legen immer mehr Wert auf die Nachhaltigkeit von Unternehmen und die Vermeidung von Ressourcenverschwendung [3].

In der Literatur wird zwischen drei Säulen der Nachhaltigkeit unterschieden: Die ökonomische, die ökologische und die soziale Dimension der Nachhaltigkeit.

Die ökologische Nachhaltigkeit beschreibt den Schutz der natürlichen Ressourcen und Lebensgrundlagen. Dabei stehen insbesondere Themen wie Artenvielfalt, Umweltschutz und der Kampf gegen den Klimawandel im Vordergrund. Soziale Nachhaltigkeit soll im Idealfall weltweiten Frieden und Wohlstand sicherstellen. Hierbei wird der Fokus auf Themen wie den demografischen Wandel und Maßnahmen für die Bekämpfung von Armut gelegt. Im Zuge dessen werden nicht

nur monetäre Faktoren betrachtet, sondern auch Werte wie Freiheit und soziale Unterstützung berücksichtigt [4].

Die dritte Dimension, die ökonomische Nachhaltigkeit, steht für langfristig orientiertes, nachhaltiges Wirtschaftswachstum, das nicht nur nach kurzfristiger Gewinnmaximierung strebt und innerhalb der ökologischen Grenzen stattfindet [5].

Wie bereits angedeutet ermöglicht die fortschreitende Digitalisierung das Arbeiten von Zuhause in immer mehr Branchen. Welchen Einfluss Homeoffice auf Treibhausgasemissionen hat, wurde bereits in Studien untersucht. Eine von Greenpeace in Auftrag gegebene Studie des IZT-Instituts für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, die im Jahr 2020 veröffentlicht wurde, untersucht beispielsweise den Einfluss zusätzlicher Homeoffice Tage auf die durch den vermiedenen Verkehr eingesparten Emissionen. Diese kommt zum Ergebnis, dass ein zusätzlicher Tag Homeoffice pro Woche in Deutschland 10,9 Milliarden Personenkilometer des Pendelns einsparen kann, was laut der Studie zu einer Reduktion von 1,6 Millionen Tonnen CO₂ führt. Auf Basis dessen fordert Greenpeace ein Recht auf Homeoffice, sodass Tätigkeiten, die sich von Zuhause aus erledigen lassen, nicht zwangsläufig beim Arbeitgeber verrichtet werden müssen. Auch Steuervorteile für Homeoffice sowie die Abschaffung der sogenannten Pendlerpauschale werden gefordert, um mehr Anreize zu schaffen [6].

Daraus kann abgeleitet werden, dass Unternehmen ihre Nachhaltigkeitsziele unter anderem durch die vermehrte Ermöglichung von Homeoffice besser erreichen können. Da Homeoffice jedoch nur eine von mehreren Ansätzen von New Work darstellt, werden diese im Folgenden differenziert betrachtet.

Das Ziel dieses Papers besteht darin, den Einfluss von New Work Ansätzen auf die Nachhaltigkeit von Unternehmen zu untersuchen. Hierfür werden im Rahmen einer Fallstudie anhand eines fiktiven Unternehmens primär die Auswirkungen auf die ökologische Nachhaltigkeit in Form von Treibhausgasemissionen betrachtet. In diesem Zusammenhang werden primär die durch Pendelverkehr und Büroplätze anfallende Emissionen berücksichtigt. Auf Basis der Berechnung werden anschließend Handlungsempfehlungen formuliert aus denen hervorgeht, wie Unternehmen im Allgemeinen durch New Work-Ansätze nachhaltiger werden können. An dieser Stelle sollen neben der ökologischen- auch die weiteren Dimensionen von Nachhaltigkeit berücksichtigt werden.

Hierfür werden im Folgenden zunächst einige New Work Ansätze vorgestellt, wobei ein besonderer Fokus auf Modelle mit relevantem Einfluss auf die Nachhaltigkeit von Unternehmen gelegt wird. Anschließend werden zwei Frameworks zur Messung von Treibhausgasemissionen

vorgestellt, wodurch die theoretische Grundlage für die anschließende Berechnung der Emissionen des Beispielunternehmens geschaffen wird.

A. Vorstellung verschiedener New Work Ansätze

Um im Folgenden den Einfluss von New Work auf die Nachhaltigkeit von Unternehmen genauer betrachten zu können, werden an dieser Stelle einige New Work Ansätze vorgestellt.

Ein zentraler Ansatz für New Work ist Remote Work. Dies bedeutet, dass Mitarbeitende ihrer Arbeit ortsflexibel nachgehen können. In den meisten Fällen sind dafür lediglich eine stabile Internetverbindung und ein Laptop oder Tablet nötig. Eine im Zuge der Corona Pandemie besonders weit verbreitete Form von Remote Work ist das Homeoffice, bei dem von Zuhause gearbeitet wird [2].

Neben Remote Work spielen auch flexible Arbeitszeitmodelle eine besonders relevante Rolle, um den New Work-Gedanken in Unternehmen zu leben. Diese ermöglichen es den Mitarbeitenden, ihre Arbeitszeiten individuell an ihre Bedürfnisse anzupassen. So können Privatleben und Beruf besser in Einklang gebracht werden. Mitarbeitende, die insbesondere am Abend produktiv arbeiten, können so beispielsweise ausschlafen und bringen dennoch mindestens dieselbe Leistung wie zu üblichen Arbeitszeiten. Eine weitere Möglichkeit, wie flexible Arbeitszeitmodelle Mitarbeitenden mit wenig verfügbarer Zeit entgegenkommen können, ist das Jobsharing. Hierbei wird es Mitarbeitenden ermöglicht, sich eine Vollzeitstelle untereinander aufzuteilen. Die Effekte können höhere Zufriedenheit sowie eine bessere Work-Life-Balance und eine damit verbundene höhere Motivation sein [2].

Neben der zeitlichen Flexibilität spielt auch die örtliche Flexibilität bei neuen Arbeitsmodellen eine wichtige Rolle. Um die zur Verfügung stehende Bürofläche hierbei optimal nutzen zu können beziehungsweise die benötigte Fläche so gering wie möglich zu halten, wird in der Praxis immer häufiger das sogenannte Desksharing eingesetzt. Bei diesem New Work Ansatz wird davon ausgegangen, dass beispielsweise aufgrund von Remote Work oder Urlaubsbeziehungsweise Krankheitstagen nicht jeder Mitarbeitende einen eigenen Büroplatz benötigt. Die Büroplätze werden flexibel aufgeteilt und es existieren insgesamt weniger Plätze, wodurch die Bürofläche reduziert werden kann und die anfallenden Kosten dadurch gesenkt werden können [7].

Ein weiterer New Work Ansatz sind sogenannte Co-Working Spaces. Co-Working Spaces sind gemeinsam genutzte Arbeitsorte, die flexible Strukturen sowohl für Angestellte als auch Selbstständige bieten. Hierbei wird optional die Vernetzung der Nutzenden ermöglicht, wobei sie primär eine angenehme, produktive Arbeitsatmosphäre schaffen sollen. Diese Form des Remote Works bietet den Vorteil, dass nicht zwangsläufig im Homeoffice gearbeitet werden muss und gleichzeitig der Weg zum Arbeitsplatz verringert werden kann [2].

Im Rahmen von New Work werden nicht nur Arbeitsort und -zeit angepasst, auch die Arbeitsweise kann gezielt geändert werden. Neben der Implementierung flacher Hierarchien, die besonders in kleineren Unternehmen einfach umzusetzen sind, werden in Projekten immer häufiger agile Arbeitsmethoden angewendet. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Arbeitsweise flexibler sowie kollaborativer ist und iterativ vorgegangen wird. Die flexible Anpassungsfähigkeit durch diesen Ansatz hilft, schnell auf neue Anforderungen beziehungsweise dynamische

Entwicklungen reagieren zu können. Außerdem legen agile Methoden einen Fokus auf Kundenzentrierung, was zu einer gesteigerten Kundenzufriedenheit und besseren Ergebnissen führen kann [8].

B. Vorstellung von Frameworks zur Messung von Treibhausgasemissionen

Zur Messung von Treibhausgasen werden in der Praxis in Unternehmen Frameworks verwendet, anhand derer unter anderem der CO₂-Fußabdruck oder die CO₂-Bilanz strukturiert ermittelt werden kann. Dies wird beispielsweise zur Erstellung eines Nachhaltigkeitsberichts benötigt. In diesem Zusammenhang existiert eine Vielzahl verschiedener Frameworks, wobei im Folgenden die Normenserie ISO 14064 sowie das Greenhouse Gas (GHG) Protocol als weitverbreitete Frameworks betrachtet werden [3].

Die ISO 14064 Normenserie, die eine Ergänzung zur Umweltmanagement Standardserie ISO 14000 darstellt, wurde von der International Standards Organization mit dem Ziel entwickelt, einen internationalen Standard zur Bewältigung des Umweltschutzes und des Klimawandels bereitzustellen. Die ISO Reihe versucht die Treibhausgasereffekte anhand quantifizierbarer Werte zu ermitteln. Insgesamt ist die Normenserie hierbei in drei verschiedene Bereiche aufgeteilt, wobei jeweils unterschiedliche Aspekte der Treibhausgasemissionen betrachtet werden [9].

Ein weiterer Ansatz zur quantifizierbaren Ermittlung der Treibhausgase, der im Rahmen dieser Arbeit detaillierter betrachtet wird, ist das GHG Protocol. Es ist der am weitesten verbreitete international anerkannte Standard zur Messung und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen, weshalb unter anderem die ISO 14064 Reihe darauf basiert [10]. Das GHG Protocol wurde vom World Resources Institute und dem World Business Council for Sustainable Development entwickelt, um Unternehmen ein Rahmenwerk zur Verfügung zu stellen. Es ermöglicht die strukturierte Identifizierung, Messung und das Berichten von Emissionen aus verschiedenen Bereichen [11]. Das GHG Protocol gliedert die Emissionen hierbei in die folgenden drei Scopes:

- Scope 1: Direkte Treibhausgasemissionen aus den eigenen Kontrollbereichen des Unternehmens (beispielsweise Prozessemissionen oder Firmenfahrzeuge)
- Scope 2: Indirekte Treibhausgasemissionen, die durch den Verbrauch externer elektrischer oder thermischer Energie erzeugt werden (beispielsweise eingekaufter Strom)
- Scope 3: Sonstige indirekte Treibhausgasemissionen des Unternehmens, die sich nicht zu Scope 1 oder 2 zuordnen lassen (beispielsweise Geschäftsreisen oder das Pendeln der Mitarbeitenden) [11], [3]

Aufgrund seiner umfassenden Anwendungsmöglichkeiten und der präzisen, quantifizierbaren Erfassung von Treibhausgasemissionen ist das GHG Protocol für das folgende Fallbeispiel geeignet.

II. FALLBEISPIEL UNTERNEHMEN

Im Folgenden werden verschiedene Szenarien auf Basis der vorgestellten New Work Modelle erarbeitet und auf das

fiktive Fallbeispiel angewendet. Im Anschluss daran wird die Nachhaltigkeit der Szenarien anhand des GHG Protocols berechnet. Aufbauend darauf, werden die Ergebnisse diskutiert und Handlungsempfehlungen präsentiert, um New Work bestmöglich zur Steigerung der Nachhaltigkeit in Unternehmen einzusetzen.

A. Vorstellung des Unternehmens

Wie bereits beschrieben, wird im Rahmen dieses Papers die Nachhaltigkeit von New Work anhand eines fiktiven Unternehmens untersucht. Dabei werden die Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Szenarien gegenübergestellt, um abzuleiten, welchen Einfluss verschiedene Ansätze von New Work auf die Klimabilanz des Unternehmens haben. Zur Bilanzierung der Emissionen wird hierbei das Framework des GHG Protocols verwendet. Das gewählte Beispielunternehmen ist in der IT-Beratungsbranche tätig und stellt somit keine physischen Produkte her. Die angemietete Bürofläche mit Platz für 100 Mitarbeitende (bzw. 50, siehe Szenarien) befindet sich in Stuttgart Bad Cannstatt. Da das Unternehmen weder eigene Gebäude besitzt noch Produkte herstellt, fallen keine Scope 1 Emissionen an (siehe Kap II B). Der Standort des Unternehmens in Bad Cannstatt lässt sich von den Mitarbeitenden sowohl mit dem Auto als auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichen, weshalb die in der Literatur beschriebenen Werte für den durchschnittlichen Ausstoß je Transportmittel für die Rechnung verwendet werden können. Zusätzlich hat das Unternehmen Arbeitsplätze in mehreren Co-Working Spaces in der Umgebung angemietet. Die Mitarbeitenden sind alle mit einem Geschäftslaptop ausgestattet, den sie für ihre tägliche Arbeit sowohl im Büro als auch im Homeoffice verwenden. Aus diesem Grund ist der Unterschied zwischen Homeoffice und Büro in Bezug auf das Arbeitsmittel zu vernachlässigen. Der Fokus der Rechnung liegt daher insbesondere auf dem Vergleich der Treibhausgasbelastung durch Transportmittel sowie dem Energie- und Stromverbrauch.

B. Vorstellung der Szenarien

Die ausgewählten Szenarien können in drei Kategorien gegliedert werden: das klassische Büro, Desksharing Büros sowie Co-Working Spaces. Sie unterscheiden sich in der Anzahl der zur Verfügung stehenden Arbeitsplätze. Das klassische Büro bietet jedem Mitarbeitenden einen festen Büroplatz, durch Desksharing steht jedem Mitarbeitenden ein halber Büroplatz zur Verfügung und Co-Working Spaces bieten eine variable Anzahl an Büroarbeitsplätzen. Flexible Arbeitszeiten werden im Folgenden nicht berücksichtigt. Diese Modelle haben im Vergleich eine geringere Auswirkung auf den CO₂-Ausstoß eines Unternehmens und beeinflussen verstärkt andere Dimensionen des New Works, wie die Attraktivität des Arbeitgebers oder die Zufriedenheit der Mitarbeitenden.

TABLE I. SZENARIEN FALLBEISPIEL

Klassisches Büro			
	Bürotage	Homeoffice Tage	CW ^a Tage
Szenario 1	5	0	0
Szenario 2	2	3	0
Szenario 3	0	5	0
Desksharing Büro			
Szenario 4	2,5	2,5	0
Szenario 5	0	5	0
Co-Working Büro			
Szenario 6	1,5	0	3,5
Szenario 7	1,5	1,5	2

^a CW = Co-Working

Fig. 1. Anwesenheit je Arbeitsort

C. Berechnungen

Im Folgenden werden die kalkulatorischen Rahmenbedingungen für die Ermittlung der CO₂ Äquivalente der Szenarien geschaffen. Berücksichtigt werden bei der Berechnung die Emissionen des Arbeitsweges, die gebäudeenergetische Beschaffenheit und die Arbeitsmittel.

$$\text{Treibhausgasemissionen} = \text{Arbeitsweg} + \text{Gebäude} + \text{Arbeit}$$

Das zugrunde liegende Berechnungsmodell besitzt hierbei dynamische Felder, die eine flexible Anpassung der Parameter wie beispielsweise der Homeoffice-Quote ermöglichen. Um ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erzielen, könnte das Modell um weitere New Work Ausprägungen erweitert werden.

Die ausgestoßenen Emissionen des Arbeitsweges stehen im Fokus der Berechnungen, da es sich im vorliegenden Fallbeispiel um ein Dienstleistungsunternehmen handelt, welches im Vergleich zu produzierenden Unternehmen keine Scope 1 Treibhausgase emittiert.

TABLE II. VERKEHRSMITTEL ARBEITSWEG

Büro Arbeitsweg			
Verkehrsmittel	Wert	Einheit	Nutzung
PKW	0,143	Kg/Km	68 %
Linienbus	0,8	Kg/Km	6,5 %
Bahn	0,55	Kg/Km	6,5 %
Fuß/Fahrrad	0	Kg/Km	17 %

Fig. 2. Emissionen und Nutzung je Verkehrsmittel [12], [13]

Grundlegend ergeben sich die Emissionen des Arbeitsweges aus dem gewählten Transportmittel, der Distanz sowie der Anzahl an Fahrten, die zurückgelegt werden. Je nach Verkehrsmittel variiert der CO₂-Ausstoß pro Kilometer zurückgelegter Strecke, wie in „Fig. 2“ ersichtlich ist.

Gemäß einer Studie des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung beträgt die durchschnittliche einfache Pendlerstrecke für Arbeitnehmende in Deutschland 17 Kilometer [14]. Zusätzlich wurden in den eigens erstellten Szenarien sechs und sieben angenommen, dass die angemieteten Büroarbeitsplätze für die Co-Working-Büros im Mittel lediglich 10 Kilometer von den Mitarbeitenden entfernt liegen.

Die Bestimmung der Treibhausgasemissionen pro gefahrenem Kilometer in Abhängigkeit von den genutzten Verkehrsmitteln basiert auf der Studie des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2021 [12].

Die angenommenen Ausstöße der Pendlerwege sind dabei deutschlandweite Durchschnittswerte und ermöglichen eine standortunabhängige Anwendung der Berechnungen, wobei regionale Verzerrungsfaktoren wie Verkehrsstaus geglättet werden. Zur Bestimmung der Anteile der genutzten Verkehrsmittel werden daher die Daten des Statistischen Bundesamtes genutzt [13]. Bei der Verwendung von Durchschnittswerten wird erneut der Versuch unternommen, eine deutschlandweit allgemeingültige Berechnung für Unternehmen zu gewährleisten.

Im vorliegenden Rechenbeispiel beläuft sich die Anzahl der Arbeitstage auf 223. Dieser Wert setzt sich aus den insgesamt 253 Arbeitstagen im Jahr 2021 zusammen, wobei Samstage, Sonntage und Feiertage ausgenommen wurden. Zusätzlich wird ein durchschnittlicher Krankenstand von 11 Arbeitstagen angenommen und es werden 20 gesetzliche Urlaubstage berücksichtigt [15]. Aufgrund der umfassend verfügbaren Datenlage wurde das Jahr 2021 als Bezugsjahr ausgewählt.

Die Emissionen des Arbeitsweges werden nur bei Mitarbeitenden angerechnet, die ins Büro oder in die Co-Working Spaces fahren. Dabei wird mit einer branchenüblichen Fünf-Tage-Woche gerechnet, in der die Mitarbeitenden die entsprechende Strecke für die Hin- und Rückfahrt zurücklegen.

Neben den Ausstößen der genutzten Verkehrsmittel sind außerdem die anfallenden Treibhausgasemissionen der Bürogebäude relevant. Diese sind dem Scope 2 des GHG Protocols zuzuordnen. Grundlage der Gebäudeemissionen ist die Bürofläche. Sie setzt sich aus der Anzahl der Mitarbeitenden und den Empfehlungen des Arbeitsschutzes zusammen. Dieser sieht vor, dass jedem Arbeitnehmenden eine Fläche von mindestens 12 bis 15 Quadratmeter zur Verfügung gestellt werden muss. In der Berechnung wird deshalb der Mittelwert von 13,5 Quadratmeter verwendet [16]. Laut einer Studie der deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen stößt ein durchschnittliches Bürogebäude in Deutschland jährlich pro Quadratmeter 8,7 kg CO₂ aus [17].

Um die im Arbeitsalltag entstehenden Emissionen zu berücksichtigen, werden im Rahmen dieses Papers lediglich die Ausstöße, die durch Videokonferenzen entstehen, einbezogen, da der Energieverbrauch der Endgeräte unabhängig vom Arbeitsort ist. Die Nutzung der Laptops wird deshalb beispielsweise nicht berücksichtigt. Es wurde die Annahme getroffen, dass alle Mitarbeitenden im Homeoffice drei Stunden täglich an Videokonferenzen teilnehmen. Videokonferenzen, die im Büro abgehalten werden, sind in der Berechnung nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass die Bürogebäude mit einem Glasfaseranschluss ausgestattet sind. Diese stoßen lediglich 2g CO₂ pro Stunde aus und können daher vernachlässigt werden [18].

Der Fokus der Berechnungen liegt auf dem Einfluss der Pendlerwege auf die Klimabilanz von Unternehmen, weshalb die Gebäudeemissionen und durch Arbeit entstehende Emissionen zweitrangig betrachtet werden. Um einen größeren Detaillierungsgrad zu erzielen könnte das Modell

um zusätzliche Einflussfaktoren erweitert werden. Ergänzend dazu könnten die im Homeoffice entstehenden Emissionen näher betrachtet werden, um ein umfassenderes Ergebnis erzielen zu können.

Bei der Auswahl der getroffenen Annahmen wurde darüber hinaus der Versuchen unternommen, möglichst realistische Werte einzubeziehen. In der Praxis sind diese jedoch Einzelfallabhängig und können variieren.

D. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Berechnung der CO₂-Äquivalenz je Szenario dargelegt. In „Fig. 3“ sind hierbei die absoluten jährlichen Werte der Szenarien in Kilogramm CO₂ abgebildet. Im Rahmen der Berechnung wurden jeweils optimistische und pessimistische Werte berücksichtigt. Schlussendlich wurden jedoch ausschließlich Durchschnittswerte herangezogen, da die Auswirkungen auf die Ergebnisse zu vernachlässigen sind.

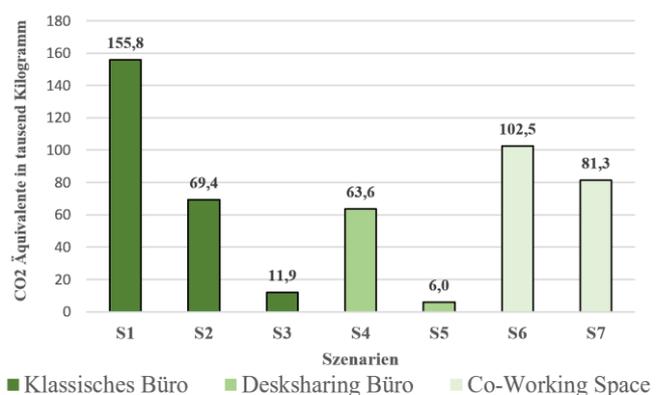


Fig. 3. CO₂-Ausstoß je Szenario

Den Ergebnissen kann entnommen werden, dass die CO₂-Ausstöße bei zwei Bürotagen (S2) im Vergleich zu fünf Bürotagen (S1) um 55,4 Prozent gesenkt werden können. Besonders anhand der Szenarien S3 und S5 ist ersichtlich, dass durch die Vermeidung von Bürotagen und die Nutzung des Homeoffices der CO₂-Ausstoß stark gesenkt werden kann. Dadurch wird deutlich, dass die Arbeitswege einen maßgeblichen Anteil an den ausgestoßenen Treibhausgasemissionen haben. Während in Szenario S3 jedem Arbeitnehmenden ein Arbeitsplatz im Büro bereitgestellt wird, stehen in S5 lediglich die Hälfte der Büroarbeitsplätze und Arbeitsflächen zur Verfügung. Somit kann zusätzlich CO₂ eingespart werden, wodurch das Szenario S5 mit einer 100-prozentigen Homeoffice-Quote und einer Verringerung der Bürofläche insgesamt am klimafreundlichsten ist. Im Vergleich zur Ausgangssituation S1 kann der CO₂-Ausstoß gemäß diesem Szenario um 96 Prozent verringert werden. Die starke Auswirkung des Einsatzes von Homeoffice lässt sich neben der Reduktion beziehungsweise Vermeidung der Anfahrtswege auf die Bürogebäude zurückführen. Während bei S3 die gesamte Bürofläche weiter genutzt wird, wird diese in S5 verkleinert. Dadurch können Emissionen für das Heizen beziehungsweise Kühlen sowie weitere Energieverbräuche reduziert werden. In Szenario S6 arbeiten 75 Prozent der Arbeitnehmenden in Co-Working Spaces und 25 Prozent im Büro in Bad-Cannstatt. Dadurch kann der durchschnittliche Arbeitsweg, der in Co-Working Spaces arbeitenden Personen um sieben

Kilometer reduziert werden, wodurch sich die Treibhausgasemissionen um ein Drittel verringern. Wenn 25 Prozent der Mitarbeitenden im Homeoffice anstatt im Co-Working-Büro arbeiten dürfen, kann eine zusätzliche Reduktion der Emissionen um weitere 20 Prozent erreicht werden. Insgesamt können die Treibhausgasemissionen in den Szenarien S6 und S7 jedoch nur um 34 beziehungsweise 48 Prozent der Ausgangssituation reduziert werden. Daraus lässt sich schließen, dass das Homeoffice die entscheidende Stellschraube bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen im Unternehmenskontext darstellt. Demnach besteht ein direkter Zusammenhang zwischen den ausgestoßenen Emissionen eines Unternehmens und der Anzahl an gewährten Homeoffice Tagen. Diese Erkenntnis ist allgemeingültig und lässt sich über das in diesem Paper gewählte Fallbeispiel hinaus anwenden, wie in der in „Fig. 4“ dargestellten Studie des Öko-Instituts e.V. ersichtlich ist [19].

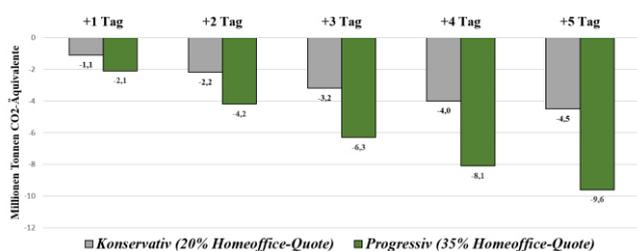


Fig. 4. Auswirkung von Homeoffice auf Treibhausgasemissionen

Im Gegensatz zum ausgewählten Fallbeispiel handelt es sich bei der dargestellten Studie um ein produzierendes Unternehmen, wodurch Homeoffice tendenziell schwieriger möglich ist. Deshalb beträgt die Homeoffice-Quote der Studie im progressiven Szenario 35 Prozent und bei konservativer Annahme lediglich 20 Prozent. Stellt man die Ergebnisse dieser Studie mit dem gewählten Fallbeispiel gegenüber und erweitert das zweite Szenario des fiktiven Unternehmens um eins bis fünf Homeoffice Tage lässt sich feststellen, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen der Anzahl an Homeoffice Tagen und den ausgestoßenen Treibhausgasemissionen besteht.

III. HANDLUNGSEMPFEHLUNG

Aus den Recherchen und den Ergebnissen der Berechnungen des gewählten Fallbeispiels lassen sich Handlungsempfehlungen formulieren, wie Unternehmen New Work Ansätze unter Berücksichtigung verschiedener Dimensionen der Nachhaltigkeit umsetzen können. Es werden zusätzlich Möglichkeiten vorgestellt, wie Digitalisierung dabei unterstützen kann.

Spätestens durch die Corona-Pandemie wurde das Arbeiten aus dem Homeoffice in vielen Branchen normalisiert, weshalb viele Mitarbeitende diese Möglichkeit von ihrem Arbeitgeber erwarten. Auch unter dem Aspekt der nachhaltigen Ausrichtung von Unternehmen bietet das Ermöglichen von Homeoffice großes Potenzial, um die Scope 2 Emissionen zu senken.

Da der Großteil der eingesparten Emissionen beim Pendeln entsteht und nicht alle Mitarbeitende gerne und produktiv von Zuhause aus arbeiten, bietet es sich an, Co-Working Spaces an sinnvollen Standorten anzumieten. So müssen Mitarbeitende sich nicht zwischen Homeoffice und Büro entscheiden und sind flexibler. Dies führt einerseits zu

einer Reduktion der Emissionen und steigert gleichzeitig die Attraktivität des Arbeitgebers. Auf diese Weise können die ökologische und ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit gefördert werden, da Mitarbeitende zufriedener sind und dementsprechend motivierter arbeiten. Auch die Einführung von Desksharing ist ein zielführendes Instrument, um durch die Reduktion von Bürofläche die Arbeitsplätze effizienter zu nutzen. Voraussetzung hierfür ist eine hohe Homeofficequote.

Neben den ökologischen Vorteilen kann durch den Einsatz von New Work Modellen ein positiver Effekt auf die ökonomische Nachhaltigkeit erzielt werden. Beispielsweise kann die Zufriedenheit der Mitarbeitenden durch einen flexiblen Arbeitsplatz und flexible Arbeitszeiten gesteigert werden, wodurch die Potenziale der Mitarbeitenden ausgeschöpft werden und somit Effizienzsteigerungen erzielt werden können. Dies kann sich positiv auf den langfristigen Erfolg eines Unternehmens auswirken.

Zusätzlich können digitale Lösungen bei der Planung des Arbeitsortes unterstützen. Beispielsweise könnte eine App für Mitarbeitende zur Verfügung gestellt werden, die die Termine und den Live-Verkehr berücksichtigt und somit optimale Zeiten vorschlägt, wann der Arbeitsweg anzutreten ist. Weiterhin könnte es Apps geben, die Mitfahrgelegenheiten zwischen Mitarbeitenden planbar machen. Mithilfe von Gamification-Elementen wäre auch die Einführung einer App denkbar, die die CO₂-Äquivalente der Mitarbeitenden erfasst und durch Punkte oder ähnliche Anreizsysteme die Mitarbeitenden motiviert, sich möglichst klimafreundlich zu verhalten. Dadurch wird spielerisch ein Bewusstsein für die Thematik geschaffen und gezeigt, welche Verhaltensweisen besonders gut für die Klimabilanz sind. Beispielsweise kann somit vermittelt werden, welchen Effekt Videokonferenzen auf die Klimabilanz haben und wie durch das Ausschalten der Kamera gezielt Emissionen eingespart werden können [20].

Der New Work Ansatz des agilen Arbeitens sollte im Hinblick auf ökonomische Nachhaltigkeit besonders bei Softwareentwicklungsprozessen angewendet werden. Durch die hohe Kundenzentrierung, schnelle Anpassbarkeit und das effizientere Arbeiten können Produkte schneller entwickelt werden und gelangen somit schneller in den Verkauf.

IV. FAZIT UND AUSBLICK

Besonders in Zeiten des Fachkräftemangels wird es für Unternehmen immer wichtiger, sich als nachhaltigen und zukunftsorientierten Arbeitgeber zu positionieren, um somit das Image zu verbessern und einen attraktiven Arbeitgeber darstellen zu können.

Im Rahmen dieses Papers hat sich herausgestellt, dass die Anpassung an verschiedene Modelle von New Work ein elementarer Bestandteil der nachhaltigen Ausrichtung von Unternehmen darstellen kann. Insbesondere das Ermöglichen von Remote-Work kann einen bedeutenden Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Auch Desksharing ist dabei ein sinnvolles Instrument, da die Reduktion der Bürofläche auf ein notwendiges Maß Energie für das Heizen sowie Beleuchten einspart und weniger Fläche versiegelt wird. Gleichzeitig sorgen geringe Energieaufwände und Büroflächen zu Kosteneinsparungen.

Der Einsatz von New Work zur Steigerung der Nachhaltigkeit muss jedoch stets je Anwendungsfall geprüft

werden und sollte nicht im Konflikt mit dem langfristigen Unternehmenserfolg stehen. Zukünftige Entwicklungen und Trends im Bereich von New Work, beispielsweise neue Möglichkeiten durch künstliche Intelligenz, sollten stetig auf ihren Mehrwert für die Nachhaltigkeit des Unternehmens überprüft werden.

LITERATUR

- [1] Handelsblatt, "WORK - BE NEXT," Handelsblatt, 2021. <https://www.handelsblatt.com/adv/the-mission/reports/work-be-next-trendradar-work/27270226.html> (accessed June 25, 2023).
- [2] Schellinger, J., Tokarski, K. O., and Ingrid, K.-N., Resilienz durch Organisationsentwicklung: Forschung und Praxis: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022.
- [3] Wühle, M., Nachhaltigkeit - Einfach Praktisch! Oh Je, Herr Carlowitz, 3rd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, 2020. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6274508>.
- [4] Englert, M. and Ternes, A., Nachhaltiges Management: Nachhaltigkeit als exzellenten Managementansatz. Wiesbaden: GABLER, 2019.
- [5] Kropp, Grundlagen der Nachhaltigen Entwicklung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.
- [6] Büttner, L. and Breitreuz, A., Arbeiten nach Corona: Warum Homeoffice gut fürs Klima ist. Berlin: IZT-Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH, 2020. <https://www.greenpeace.de/publikationen/Warum%20Homeoffice%20gut%20f%C3%BCrs%20Klima%20ist.pdf>.
- [7] Döring, S., Zusammen flexibel ist man weniger allein? Eine empirische Analyse der neuen Arbeitsform Coworking als Möglichkeit der Wissensgenerierung. Wirtschaftswissenschaftliche Schriften Reihe 2010,1. Jena: Fachhochschule Jena Fachbereich Betriebswirtschaft, 2010.
- [8] Schneider, T., "Agil, hierarchiefrei und selbstorganisiert im New Work oder überwältigt von Systemstrukturen und unterdrückten gruppendynamischen Prozessen im New Office," Gr Interakt Org. vol. 51, no. 4, pp. 469–479, 2020.
- [9] Wintergreen, J., "ISO 14064 International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification," https://gaftp.epa.gov/AIR/nei/ei_conference/EI16/session13/wintergreen.pdf (accessed June 26, 2023).
- [10] Hickmann, T., "Voluntary global business initiatives and the international climate negotiations: A case study of the Greenhouse Gas Protocol," Journal of Cleaner Production, vol. 169, pp. 94–104, 2017.
- [11] Greenhouse Gas Protocol, About Us | GHG Protocol, 2023. <https://ghgprotocol.org/about-us> (accessed June 21, 2023).
- [12] Umweltbundesamt, Höhe der Treibhausgas-Emissionen im deutschen Personennahverkehr nach Verkehrsträgern im Jahr 2019: Umweltbundesamt, 2019. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/881974/umfrage/hoehede-schadstoffemissionen-durch-nahverkehr/> (accessed July 9, 2023).
- [13] Statistisches Bundesamt, 68 % der Erwerbstätigen führen 2020 mit dem Auto zur Arbeit. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21_N054_13.html#:~:text=Von%20Berufspendler%2F%2Dinnen%20genutzte%20Verkehrsmittel%202020&text=WIESBADEN%20%E2%80%93%20F%C3%BCr%20Millionen%20Berufspendlerinnen%20und,Statistische%20Bundesamt%20\(Destatis\)%20mit](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21_N054_13.html#:~:text=Von%20Berufspendler%2F%2Dinnen%20genutzte%20Verkehrsmittel%202020&text=WIESBADEN%20%E2%80%93%20F%C3%BCr%20Millionen%20Berufspendlerinnen%20und,Statistische%20Bundesamt%20(Destatis)%20mit) (accessed July 8, 2023).
- [14] Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung, Länge der Arbeitswege unterscheidet sich regional erheblich, 2022. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/startseite/topmeldungen/pendeln-2021.html#:~:text=Pendlerinnen%20und%20Pendler%20legten%20im,mitlere%20Pendeldistanz%20seit%202016%20stabil> (accessed July 10, 2023).
- [15] Statistisches Bundesamt, Qualität der Arbeit: Krankenstand. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Qualitaet-Arbeit/Dimension-2/krankenstand.html> (accessed June 29, 2023).
- [16] Weigelt, U., "Großraumbüro: Mindestens 12 Quadratmeter pro Mitarbeiter," Die Zeit, 2014. <https://www.zeit.de/karriere/beruf/2014-09/grossraumbuero-arbeitsplatz-arbeitsrecht> (accessed July 10, 2023).
- [17] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion: DGNB e.V., 2021. https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf (accessed July 2, 2023).
- [18] Schweizer, R., CO2-Bilanzierung von Videokonferenzen. Berlin: Klima-Kollekte, 2020. https://klima-kollekte.de/fileadmin/user_upload/Fact_Sheet_Videokonferenzen.pdf (accessed July 1, 2023).
- [19] Öko-Institut e.V., Arbeiten im Homeoffice – gut für die Umwelt und die Mitarbeiter:innen? Analyse der potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen mobilen Arbeitens: Öko-Institut e.V., 2022. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/compan-e_Homeoffice.pdf (accessed June 27, 2023).
- [20] Obringer, R., Rachunok, B., Maia-Silva, D., Arbabzadeh, M., Nateghi, R., and Madani, K., "The overlooked environmental footprint of increasing Internet use," Resources, Conservation and Recycling, vol. 167, p. 105389, 2021. <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-S0921344920307072/first-page-pdf> (accessed July 12, 2023).

Konzept zur Unterstützung des Einsatzes KI-basierter Software für Energiemanagement im industriellen Kontext

Daniela Bauer
Fakultät Wirtschaft, DHBW Stuttgart
Robert Bosch GmbH
Stuttgart, Germany
wi20251@lehre.dhbw-stuttgart.de

Felix Krings
Fakultät Wirtschaft, DHBW Stuttgart
Robert Bosch GmbH
Stuttgart, Germany
wi20013@lehre.dhbw-stuttgart.de

Patrick Micko
Fakultät Wirtschaft, DHBW Stuttgart
Robert Bosch GmbH
Stuttgart, Germany
wi20055@lehre.dhbw-stuttgart.de

Abstract— Dieses Projekt präsentiert ein Konzept zur Unterstützung des Einsatzes von KI-basierter Software für das Energiemanagement im industriellen Kontext. Das Konzept beinhaltet einen Vergleich verschiedener Anbieter von KI-basiertem Energiemanagement, wobei auch ein eigenes Produkt der Robert Bosch GmbH in Betracht gezogen wird. Das Ziel besteht darin, den besten Anbieter zu identifizieren und das eigene Produkt in den Kontext einzubringen.

Keywords— KI, Energiemarkt, Energiemanagement, Verbrauchsprognosen, Wettbewerbsvergleich

I. DEFINITION UND ZIELSETZUNG VON NACHHALTIGEM ENERGIEMANAGEMENT

Energiemanagement wird im Allgemeinen als eine Kombination von Maßnahmen und Strategien verstanden, die darauf abzielen, Energie möglichst effizient zu beschaffen, zu verteilen und zu nutzen [1]. Dies bezieht sich auf „Strukturen, Prozesse, Systeme und bauliche Gegebenheiten sowie auf menschliche Verhaltensweisen und -änderungen.“[2] Unter Ausführen eines Energiemanagements können in einem Unternehmen Potenziale zur Energieeinsparung erkannt und realisiert werden. Zunächst werden die Energieflüsse innerhalb eines Unternehmens erfasst und die entsprechenden Energiequellen analysiert [3].

Auf dieser Grundlage werden dann Vorschläge zur Verbesserung erarbeitet, ökonomisch bewertet und schließlich umgesetzt. Um langfristig eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz zu gewährleisten, etablieren Unternehmen eine umfassende Energiepolitik und setzen sich dabei energiebezogene Ziele, erstellen Aktionspläne und überwachen die Zielerreichung anhand von Leistungskennzahlen [3].

Darüber hinaus hat das Energiemanagement Einfluss auf organisatorische und technische Abläufe im Unternehmen sowie auf das Verhalten der Mitarbeiter [3]. Beispielsweise werden Zuständigkeiten für energierelevante Prozesse festgelegt, Kommunikationsverfahren definiert und die erforderlichen Kompetenzen des Personals ermittelt und sichergestellt.

Nachhaltigkeit wird grundsätzlich so definiert, „die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden“.[4] Bezogen auf das Energiemanagement zielt die Nachhaltigkeit auf den Ausgleich zwischen finanziellen Unternehmensinteressen und der Auswirkung auf Mensch und Umwelt ab [5]. Ein Energiemanagementsystem dient dabei der systematischen Erfassung und Kommunikation der Energieströme sowie der automatischen Steuerung von Einrichtungen und Apparaten zur Verbesserung der

Energieeffizienz [2]. Denn prinzipiell gilt: "Die günstigste und klimafreundlichste Kilowattstunde ist die, die man nicht verbraucht!" [6]. Durch die Implementierung eines entsprechenden Energiemanagementsystems können verschiedene Vorteile erzielt werden. Dazu zählen unter anderem die Senkung der Betriebskosten, die Reduzierung von CO₂-Emissionen zum Schutz der Umwelt, die Sensibilisierung der Mitarbeiter hinsichtlich ihres Energieverbrauchs sowie die Möglichkeit, staatliche Förderungen und steuerliche Vorteile in Anspruch zu nehmen [1]. Als Nachteil von intelligentem Energiemanagement kann und muss hierbei aufgeführt werden, dass dies aus Sicht von Datenschutz, Verbraucherschutz, Wettbewerbsrecht und Informationsethik als problematisch angesehen werden kann, wenn etwa Energiemanagementsysteme Rückschlüsse auf Gewohnheiten oder Präferenzen von Privathaushalten und die Produktivität sowie Auslastung von Unternehmen zulassen [2].

Als Ziel hat das Energiemanagement, den Energieverbrauch in privaten Haushalten und Unternehmen sowie den Verbrauch von Roh-, Hilfs- und Zusatzstoffen zu reduzieren [2]. Das langfristige Ziel besteht darin, die Energieeffizienz sowohl im Haushalt als auch im betrieblichen Umfeld nachhaltig zu verbessern [2].

Ein effektives Energiemanagement trägt somit zur ganzheitlichen Optimierung des Energieverbrauchs und zur Förderung nachhaltiger Praktiken bei.

Einen wesentlichen Teil des Energiemanagementprozesses stellt die Vorhersage des Energieverbrauchs dar. KI bietet bei der Nutzung hierbei einen transformativen Ansatz für die Energiebedarfsprognose [7]. Sie ist aus diesem Grund hilfreich, da sie in der Lage ist, riesige Datenmenge zu verarbeiten und komplizierte Muster zu erkennen, die Menschen oder herkömmliche statistische Modelle möglicherweise übersehen [14]. KI kann mehrere Variablen gleichzeitig analysieren und aus den Daten lernen, wodurch sich ihre Genauigkeit mit der Zeit verbessert [14]. Eine genaue Prognose des Energieverbrauches mithilfe von KI-basierten Modellen bietet Unternehmen eine Reihe bedeutender Vorteile, die sich positiv auf ihre Betriebsabläufe, ihre Kostenstruktur und ihre Nachhaltigkeitsziele auswirken. So kann beispielweise eine Überproduktion von Energie vermieden und eine optimale Netzauslastung ermöglicht werden. Zudem kann es so zur Vermeidung von Engpässen kommen und es kann verhindert werden, dass ein Unternehmen Energie nachkaufen muss. Eine möglichst genaue Vorhersage kann dadurch Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen ermöglichen.

II. KONSTELLATION DES ENERGIEMARKTES

Der Energiemarkt setzt sich aus unterschiedlichen Positionen zusammen, die sich ständig gegenseitig beeinflussen und voneinander abhängig sind. Dabei gibt es im konkreten die *Energieanbieter*, die *Händler*, die *Lieferanten*, die *Verbraucher*, *Übertragungsnetzbetreiber* und die *Verteilernetzbetreiber* [8]. Bei den Energieanbietern ist zwischen großen Anbietern mit Bereichen wie Kernkraft, Kohle oder Gas sowie kleinen Anbietern in den Bereichen von PV-Anlagen, Windparks und Biogasanlagen zu unterscheiden [8].

Die Funktion der Händler auf dem Energiemarkt liegt darin, Energie von Anbietern zu kaufen und sie an weitere Händler oder Lieferanten weiterzuverkaufen [8]. Ort der Verhandlung ist der europaweite Markt und Produkte können durchaus mehrmals (in etwa zehn bis 15 mal) gehandelt werden, bevor sie den Verbraucher letztendlich erreichen [8]. Die Lieferanten kaufen in der Regel große Energiemengen von Energieversorgern auf dem Großhandelsmarkt über Händler ein [8]. Je nach Zielgruppe der Lieferanten entsprechen ihre Produkte dem Bedarf der Industrie bzw. der privaten Verbraucher [8].

Verbraucher zeichnen sich auf dem Energiemarkt durch den Kauf von Produkten von Lieferanten aus. Diese können ebenfalls Energie liefern oder speichern, in diesem Fall zählen sie dann als Prosumen [8]. „Als Prosumer nehmen Verbraucher aktiv am Energiemarkt teil.“ [9] Beispielsweise ist dies bei der Benutzung einer Solaranlage auf dem Dach eines privaten Haushaltes der Fall [9]. Angenommen die Solaranlage kann bei bewölktem Wetter keine Energie sammeln, so muss der Hausbesitzer Strom vom Markt beziehen, umgekehrt muss der Verbraucher bei sonnigem Wetter keine weitere Energie über den Markt beziehen [9].

Die Übertragungsnetzbetreiber sind verantwortlich für den Betrieb, die Wartung und den Ausbau der überregionalen Stromnetze, über die Strom auf der Höchstspannungsebene (>220 kV) über längere Distanzen transportiert wird [10]. Um diese Aufgaben zu erfüllen, setzen sie verschiedene Instrumente ein, wie zum Beispiel Systemdienstleistungen zur Spannungshaltung, zum Wiederaufbau der Versorgung nach Netzausfällen und zur Frequenzregulierung [10]. Der Strom wird von Großherzeugern oder aus untergeordneten Netzstufen eingespeist und über die Übertragungsnetze an die regionalen Verteilnetzbetreiber (VNB) weitergeleitet [10]. An den Verbindungsstellen zwischen Übertragungs- und Verteilnetzen wird der Strom durch Umspannwerke auf eine niedrigere Spannung transformiert [10].

Der Begriff „Verteilernetzbetreiber“ (englisch: Distribution System Operators, DSO) bezieht sich auf ein Modell, wie Strom an die Bürger und Unternehmen vor Ort geliefert (und zunehmend von ihnen selbst geliefert) wird [11]. Es handelt sich dabei um eine Weiterentwicklung des Geschäftsmodells für Stromversorger, die durch eine veränderte Beziehung zwischen Stromverbrauchern und Netzbetreibern vorangetrieben wird [12]. Verteilernetzbetreiber sind Einrichtungen, die für den Betrieb, die Wartung und die Verwaltung des Stromverteilernetzes in einem bestimmten geographischen Gebiet verantwortlich sind [12]. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Gewährleistung der zuverlässigen und effizienten Lieferung von Strom aus dem Übertragungsnetz an die Endverbraucher [11].

Neben den eben genannten Rollen und Verantwortlichkeiten finden sich auf dem Energiemarkt jedoch noch ein paar weitere. Es gibt Anbieter für den *Energieaustausch*, die einen Marktplatz bereitstellen, auf dem Strom- und Gasprodukte gehandelt werden und Prozesse mit Netzbetreibern geregelt abgewickelt werden können [10]. Des Weiteren gibt es sogenannte „Broker“, also *Energiemakler*, die aus einer Einzelperson oder aus einem Unternehmen zusammensetzen und als Vermittler zwischen Energieverbrauchern und -anbietern auftreten [13]. Ihre Aufgabe ist es, die bestmöglichen Tarife für ihre Kunden zu sichern, was eine gute Lösung für diejenigen sein kann, die ihre Energiekosten durch die Optimierung ihrer Energiebeschaffungsverträge senken wollen [13]. Die Makler bieten Plattformen, über die Händler „Over-the-Counter“ (OTC)-Transaktionen abschließen können [8]. Diese Rolle gilt lediglich als Mittelsmann der Finanztransaktion [8]. Zudem gibt es Agenturen, die für die *Preisberichterstattung* auf dem Energiemarkt verantwortlich sind. Sie kümmern sich um die Ermittlung des aktuellen Marktpreises für Energieprodukte über Handelsplattformen oder durch die direkte Kontaktaufnahme mit einzelnen Händlern [8]. Die gesammelten Informationen über Preise werden dann an die Händler verkauft [8].

Eine weitere Rolle auf dem Energiemarkt sind *Messstellendienstleister*. Ihre Aufgabe ist die Messung des Energieverbrauchs von Verbrauchern und Energieversorgern und melden diese Informationen an die Verteilernetzbetreiber [8]. Als letzten wichtigen Bestandteil des Energiemarktes sind die *Regulierungsbehörden und Ausschüsse*, wie beispielsweise die Bundesnetzagentur, aufzuführen. Deren Aufgabe besteht vor allem darin, Regeln für den Energiehandel zu definieren, um netzrelevante Prozesse zu standardisieren [8]. Sie überwachen den Energiemarkt auf nationaler und europäischer Ebene und prüfen Handelsmeldungen sowie Transaktionen der beteiligten Parteien [8].

In diesem Kapitel wird deutlich, dass der Energiemarkt vielfältig und komplex ist. Die Konstellation des Energiemarktes umfasst verschiedene Akteure, Strukturen und Mechanismen, die den Handel, die Preisbildung und die Versorgung mit Energieprodukten wie Strom, Gas und Öl beeinflussen.

III. ANALYSE DES ENERGIEMARKTES

A. Kurze Vorstellung von BEN

Wie bereits erwähnt, spielt die KI-basierte Vorhersage von Energie sowie KI-gestütztes Energiemanagement eine immer größere Rolle auf dem heutigen Markt. Hierbei möchte auch die Robert Bosch GmbH ein Produkt auf den Markt bringen, das mit aktuellen KI-Vorhersage-Modellen konkurrieren kann. „BEN“ ist ein von der Robert Bosch GmbH entwickeltes Produkt für eine KI-Vorhersage des Energieverbrauches, das noch nicht auf dem freien Markt ist, aber intern bereits Verwendung findet [8]. Der Fokus dieses Produktes liegt auf der Prognose von Energieverbrauch sowie der automatischen Steuerung und Anpassung [8].

B. Vorgehen

Im Rahmen der Untersuchung des Marktes für Energievorhersage-Tools wurden zunächst Kriterien festgelegt, anhand derer die verschiedenen Anbieter später

Kriterium	ifesca (Linde Material Handling als Tochterfirma)	etalytics	magis consult - magis forecast	metalogic	BEN
Vorhersage Genauigkeit	Arbeit mit fortschrittlichen KI-Algorithmen (Genauigkeit nicht angegeben)	KI unterstützt Prognose (i.d.R. statische Prognosen)	Arbeit mit KI (Genauigkeit siehe Grafik)	Kontinuierliche Optimierung hochleistungsfähiger Machine-Learning-Algorithmen 3 - Kostenlose Demo	Abweichung von 5%, (noch nicht realistisch: update MVP?) 4
Vorhersage Horizont	n/A	n/A	Voraussichtlich 12 Stunden (siehe Grafik)	n/A	n/A
Produktumfang	Zwei Software-Anwendungen: ifesca.AIVA und ifesca.ADAM - Kognitive Künstliche Intelligenz im Prognosekern - High-Performance-Optimierungskern - Einsparpotential: 328.500€ pro Jahr (täglich Verbrauch 3.000MWh)	KI-gestützte Datenstruktur für die Modellierung von Energiesystemen - Algorithmen für Betriebsoptimierung, Prognose und Anomalieerkennung - Verschiedene Module zur KI-gestützten Analyse und Optimierung von Energiesystemen	Magis service engine: - Enthält magis forecast (Daten & Prognosen) - magis model (Energienmodell & Optimierung) - magis box (Schnittstelle zur Steuerung)	Option des Faas (Forecasting-as-a-Service): - Prognosen durch metalogic - mP Energy: Prognose für Strom, Gas, Fernwärme, Wind, Solar und Wasserkraft - Erweiterungen: mP Cloud speziell für Azure Cloud, mP Simulator, mP Scenario	MVP fokussiert sich auf Forecasting - Zukünftige Erweiterung um weitere Funktionen für die Nutzung von Flexibilitäten geplant - Genauere Definition der Flexibilitäten erforderlich 4
Datenquellen	Vollautomatisierte Import - Datenplausibilisierung und Datenanalyse - Verwendung von Weiterdaten - Einbeziehung spezieller Daten (Produktionspläne, Bundesliga-Spielpläne)	Quellen: Energienetze & Komponenten - Bereitgestellt von Providern - Nutzung von Weiterprognosen oder Energiepreisen	Prognosen basieren auf statischen Methoden - Einbeziehung von Weiterdaten, Nutzerverhalten und Produktionspläne	3 Simulator, mP Scenario	3
User Interface	0,1 0,05 2016 gegründet, Kunden: - SwissGrid - Interconnector - energy Netz - Stadwerke - Einsatz bei Linde	3 Cockpit Darstellung Partner + Kunden im Energiesegment und in der Forschung: - Entega - PTW Institute - losplus - TU Darmstadt	3 Grafik Kunden + Partner: - ENBW - Stuttgart Airport - e.ON - Innogy - Viessmann - mainova	1 n/A	2
Branchenkennntnis/ Netzwerk	0,1	4	2	Mehrere Gasanbieter/Börsen u.a. British Gas Trading, Gascade, Bayergas	Bosch Intern: Eigene Werke werden die Kunden (Intention basierend auf Gesetz/Strategie) 3
Kosten/Preismodell/ Offering	0,15 Einsparpotential genannt	1 Preisauskunft abgelehnt	0 Preisauskunft abgelehnt	0 Optionen	Zusammensetzung: - Lizenz ~40.000 jährlich - Projektkosten - (Implementierung) ~17.000 4
Flexibilität/ Weiterführende Use-Cases	KI plant mit Echtzeit-Veränderungen - Manuelle Anpassungen - jederzeit möglich	4 n/A	Prognosealgorithmus für unvorhersagbare Ereignisse - Optimale Grundlage zur Flexibilisierung in schwer planbaren Situationen	In Planung: - Gabelstaplerladungen - flexibles EV-Laden - Nutzung von Betriebsanlagen (AC/Heizung) - Nutzung von Batteriespeichern	1
Integration mit dem Energie-Markt	0,1 - Beta-Phase ab 2017 - Produktbewerbung für Netzbetreiber & Unternehmen - Aktive Kunden	4 Daten werden in IoT Cloud bereitgestellt	2 Einsatz bei Erzeugern & Versorgern	5 Nur mit Gasmarkt	Bei Bosch Werken mit RWE Strom 2
Rating	1	2,7	1,7	2,6	2,45
Best					
Average					

Resilientere Unternehmen, nachhaltigeres Wirtschaften – Lösungsansätze in Business und IT
Tabelle 1: Übersicht des Wettbewerbsvergleichs

verglichen werden sollen. Es wurden folgende Kriterien festgelegt: Vorhersagegenauigkeit, Vorhersagehorizont, Produktumfang, Datenquellen, User Interface, Branchenkenntnis, Preismodell, Flexibilität und Integration mit dem Energiemarkt. Eine genaue Vorhersagegenauigkeit wurde als entscheidender Punkt des Prognosesystems identifiziert und daher mit doppelter Gewichtung versehen. Der Produktumfang und der Preis wurden als wichtige Faktoren für den Markt angesehen und erhielten eineinhalbfache Gewichtung. Hingegen wurden das User Interface und weiterführende Use-Cases nur zur Hälfte gewichtet, da sie nicht primär für die Auswahl eines Produktes ausschlaggebend sind.

Im nächsten Schritt wurde eine umfangreiche Recherche durchgeführt, um die Hauptwettbewerber auf dem Markt zu identifizieren. Dabei wurden Aussagen und Informationen zu den definierten Kriterien gesammelt, um einen umfassenden Vergleich durchführen zu können. Die Ergebnisse wurden dann tabellarisch (s. Tabelle 1) erfasst. Darin enthalten sind auch die entsprechenden Informationen des Produktes „BEN“ der Robert Bosch GmbH. Auf dieser Grundlage wurde eine Bewertung auf einer Skala von 0 bis 5 vorgenommen, wobei 5 die beste Bewertung und 0 die schlechteste Bewertung darstellt. Wenn ein Anbieter keine Angabe zu einem bestimmten Kriterium gemacht hat, so wurde diesem die Bewertung 0 zugewiesen. Durch diese systematische Herangehensweise konnte eine fundierte Analyse der verschiedenen Anbieter und ihrer Leistungen auf dem Energiemarkt erstellt werden.

C. Vorstellung der Wettbewerber

Die für den Wettbewerbsvergleich relevanten Unternehmen, die ebenfalls eine KI-basierte Prognoselösung anbieten, werden nachfolgend vorgestellt.

Ifesca ist ein 2012 gegründetes Unternehmen und ein etablierter Anbieter von Energiemanagement, deren Schwerpunkt auf präzisen Prognosen und flexiblen Anpassungen des Energieverbrauchs liegt [14]. Mit KI und datengesteuerten Analysen ermöglichen sie genaue Vorhersagen und verbessern die Energieeffizienz [14]. Dabei arbeitet ifesca mit namhaften Energieversorgern, Unternehmen und Stadtwerken zusammen und strebt kontinuierliche Verbesserungen und neue Partnerschaften an [14]. Sie sind bekannt für Technologieinnovationen, Flexibilität und Expertise im Energiemanagement und optimieren mit ihren maßgeschneiderten Lösungen Energiekosten und unterstützen Nachhaltigkeitsziele [14].

Das Unternehmen Magis Consult ist ebenfalls ein Anbieter von Energiemanagement- und Prognoselösungen. Mit ihrem Fokus auf die Optimierung von Energiesystemen bieten sie basierend auf fortgeschrittenen Analysetechniken maßgeschneiderte Lösungen [15]. Magis Consult arbeitet mit einer breiten Kundenbasis von Energieerzeugern, -versorgern und -verbrauchern zusammen und verfügt über langjährige Erfahrung und ein starkes Netzwerk in der Branche [15]. Sie zeichnen sich aus durch technologische Kompetenz und ihren individuellen Ansatz im Energiemanagement, um Kunden bei der Optimierung ihrer Energieinfrastrukturen zu unterstützen [15].

Auch der Wettbewerber Metalogic ist ein Anbieter von Energiemanagement- und Prognoselösungen mit dem Fokus auf fortschrittlicher Datenanalyse und -optimierung [16]. Das Unternehmen entschied sich im Jahr 2018 dazu, eine speziell

an die Azure Cloud angepasste Version einer Energie-Prognose-Anwendung anzubieten [16]. Mit ihrem KI-gestützten Ansatz helfen sie Kunden, ihren Energieverbrauch zu optimieren und Kosten einzusparen [16]. Die Firma arbeitet eng mit einer breiten Palette von Kunden zusammen und ist bekannt für ihre Datenanalysekompetenz, deren maßgeschneiderte Lösungen und deren Beitrag zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit ihrer Kunden [16].

Ealytics ist ein Anbieter von datenbasierten Energiemanagement- und Prognoselösungen. Sie beziehen direkte Daten von Energie Providern, um genaue Prognosen zu erstellen und arbeiten eng mit Energieversorgern, Unternehmen und Stadtwerken zusammen, um maßgeschneiderte Lösungen anzubieten [17]. Ihr Ruf basiert auf fundierten Branchenkenntnissen und ihrem Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz ihrer Kunden [17].

IV. ANALYSE DER ERGEBNISSE

A. Ergebnisse aus der Sicht von BEN

Im Rahmen der Analyse der verschiedenen Anbieter auf dem Energiemarkt wurden die einzelnen Kriterien im Vergleich zu „BEN“ und dem Markt bewertet. Bei der Vorhersagegenauigkeit und dem Prognosehorizont ergab sich für BEN eine Abweichung von 5% gegenüber dem tatsächlichen Verbrauch. Die Konkurrenten geben keine prozentuale Angabe zur Genauigkeit an, genauso werden auch die Prognosezeiträume nicht spezifiziert.

In Bezug auf den Produktumfang wurde festgestellt, dass alle Anbieter ähnliche Leistungen bieten, wobei der Schwerpunkt auf der KI-basierten Prognose des Energieverbrauchs liegt. Einige Anbieter bieten auch unterstützende Erweiterungen für das allgemeine Energiemanagement an. Hinsichtlich der Datenquellen nutzt „BEN“ Wetterdaten und Daten aus eigenen Energieplattformen bzw. Managementsystemen. Besonders positiv aufgefallen ist der Anbieter ealytics, der seine Daten direkt von Energie Providern bezieht. Das User Interface wurde bei allen Anbietern ähnlich gestaltet und präsentiert sich in Form eines Dashboards, auf dem die Ergebnisse der Analysen und Vorhersagen dargestellt werden können. In Bezug auf Branchenkenntnis und Netzwerk konnte „BEN“ bisher nur Erfahrungen durch interne Kunden der Robert Bosch GmbH vorweisen. Aufgrund der internationalen Präsenz der Robert Bosch GmbH ist eine Basis mit zahlreichen Kontakten vorhanden, die im Falle der externen Nutzung von „BEN“ vorteilhaft sein können. Andere Anbieter, die bereits am öffentlichen Markt etabliert sind, haben wiederum den Vorteil, dass sie bereits mit verschiedenen Energie Providern, Netzbetreibern, Unternehmen und Stadtwerken zusammenarbeiten. In der Kategorie Kosten, Preismodell und Angebot bietet „BEN“ ein Abomodell mit einer jährlichen Lizenzgebühr von 40.000€ zuzüglich einmaliger Implementierungskosten an. Metalogic bietet ihr System in einem ähnlichen Modell an, wobei der Preis je nach gebuchten Konfigurationen und Optionen variiert. Die anderen Anbieter waren auf Anfrage nicht dazu bereit, Preisauskünfte über ihre Produkte zu geben. Konkrete Informationen über die Flexibilität oder mögliche Use Cases befinden sich bei „BEN“ noch in der Entwicklungsphase. Potenzielle Anwendungsbereiche wären hier jedoch z.B. flexibles Laden von Elektrofahrzeugen an verschiedenen Standorten oder die Nutzung von Batteriespeichern entsprechend des aktuellen Verbrauchs. Besonders positiv zu

erwähnen sind Ifesca und magis consult, die versuchen, unvorhersehbare Ereignisse durch jederzeit mögliche manuelle Anpassungen der Prognose abzufangen. In Bezug auf die Integration mit dem Energiemarkt befindet sich „BEN“ derzeit in der Kooperationsphase und ist noch nicht im offenen Markt vertreten. Die Partnerschaft mit RWE, dem zweitgrößten Energieversorgungskonzern Deutschlands (gemessen an dem Umsatz), der an die Bosch-Werke Strom liefert, bietet jedoch eine vielversprechende Möglichkeit für einen zukünftigen Markteintritt. In dieser Hinsicht ist magis consult am weitesten fortgeschritten und bereits bei einigen Erzeugern und Versorgern wie e.on und der EnBW im Einsatz.

B. Auswertung der Ergebnisse

Nach Analyse und Auswertung der einzelnen Kriterien ist daraus zu schließen, dass sich das eigene Produkt der Robert Bosch GmbH „BEN“ eher im Mittelfeld des Bewertungsbereiches befindet. Spitzenprodukt ist gemäß der Auswertung ifesca mit einer Gesamtbewertung von 2,7 Punkten. Dabei ist zu erwähnen, dass „BEN“ mit 2,45 Punkten allerdings nicht allzu weit entfernt ist. Das schlechtere Abschneiden in der Bewertung lässt sich mit der noch nicht vollständigen Ausgereiftheit der Anwendung und dem noch nicht durchgeführten Markteintritt begründen. Gerade die Systeme von ifesca und magis consult werden schon von diversen Energiekonzernen und Konsumenten verwendet, weshalb sie im Bereich Erfahrungen gegenüber den anderen Produkten einen deutlichen Vorteil mit sich bringen. Wichtig ist zu betonen, dass in den als besonders relevant gewichteten Punkten Vorhersagegenauigkeit und Produktumfang schneidet das Produkt „BEN“ im Marktvergleich ähnlich gut wie die Wettbewerber abschneidet. Aufgrund der fehlenden Preisauskunft von 3 der 4 Mitbewerber, ist es schwer vorauszusagen, wie attraktiv „BEN“ in dieser Hinsicht ist. Metalogic mit vergleichbarem Produktumfang liegt allerdings auf einem ähnlichen Preisniveau.

C. Use-Case

Aufgrund seiner Vielseitigkeit kann das Produkt „BEN“ verschiedenen Akteuren am Markt angeboten werden.

So besteht für Energieanbieter der Vorteil, dass sie mit dem Produkt und seinen präzisen Verbrauchsprognosen die Energieerzeugung optimieren können. Indem die Erzeugungskapazitäten basierend auf den Vorhersagen geplant werden, können diese den Betrieb ihrer Kraftwerke effizienter gestalten und die Ressourcennutzung verbessern. Des Weiteren können die KI-gestützten Prognosen von „BEN“ den Energieanbietern bei der Vorhersage von Lastspitzen und -tälern unterstützen, was ihnen hilft, ihre Energieversorgung besser auszugleichen und Engpässe zu vermeiden.

„BEN“ kann Energiehändlern dabei helfen, auf genaue Verbrauchsprognosen zurückzugreifen, um so ihre Handelsstrategien anzupassen. Durch eine präzise Einschätzung des Kunden können Energiehändler ihre Einkaufs- und Verkaufsentscheidungen optimieren und ihren Handel effizienter gestalten.

Auch Lieferanten profitieren von den Leistungen von „BEN“. Dadurch können Lieferketten effizienter gestaltet werden, indem sie ihren Energiebedarf, Lieferzeiten und Lagerbestände besser prognostizieren können. So wird eine kontinuierliche Versorgung bei gleichzeitiger Optimierung ermöglicht.

Auch Verbraucher können durch den Einsatz von Energie-Management-Systemen mit KI-basierten Verbrauchsprognosen wie „BEN“ Kosteneinsparungen erzielen. Indem sie ihren Energieverbrauch besser kontrollieren und optimieren, können sie ihre Ausgaben reduzieren. Für Unternehmen bedeutet das etwa auch, dass nicht kurzfristig Energie zu hohen Preisen zugekauft werden muss. Zudem erhalten Verbraucher durch die Informationen über ihren Energieverbrauch die Möglichkeit, ihre Gewohnheiten und die Auslastung ihrer Geräte anzupassen, um energieeffizienter zu werden und ihren ökologischen Fußabdruck zu verringern.

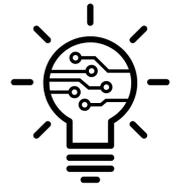
Im Bereich der Netzinfrastruktur kann „BEN“ Übertragungsnetzbetreibern dabei helfen, durch präzise Vorhersagen die Energieflüsse im Netz besser zu prognostizieren und Engpässe zu vermeiden, wodurch die Netzstabilität aufrechterhalten werden kann. Für Verteilernetzbetreiber ist „BEN“ insofern hilfreich, als dass sie das Lastmanagement ihrer Netze optimieren können. Indem sie den Verbrauch auf verschiedene Zeiten und Orte verteilen, können sie Überlastungen vermeiden und die Netzqualität verbessern.

Abschließend ist zusammenzufassen, dass die systematische Herangehensweise ermöglicht hat, eine fundierte Analyse der verschiedenen Anbieter und ihrer Leistungen auf dem Energiemarkt durchzuführen. Anhand dieser Analyse kann die Robert Bosch GmbH den Stand ihres Produktes im aktuellen Markt einordnen. Darauf basierend kann das Unternehmen dann geeignete Strategien aufstellen oder auch Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten finden. Des Weiteren konnten diverse Akteure am Energiemarkt identifiziert werden, für die ein Prognosesystem wie „BEN“ attraktiv ist und die daher in Zukunft als Kunden infrage kommen.

LITERATUR

- [1] Engie, „Nachhaltiges Energiemanagement für die Zukunft“, Zero Carbon Magazin, 2020
- [2] O. Bendel, „Definition: Was ist Energiemanagement?“, Gabler Wirtschaftslexikon, 2021
- [3] Umweltbundesamt, „Wie funktioniert ein Energiemanagement“, Energiemanagementsysteme, o.J.
- [4] Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, „Nachhaltigkeit (nachhaltige Entwicklung)“, o.J.
- [5] E&C Consultants, „Nachhaltiges Energiemanagement“, o.J.
- [6] Bundesamt für Ausfuhrkontrolle und Wirtschaft, „Energieeffizienz - Unverzichtbar für das Gelingen der Energiewende“, Energie und Klimaschutz, o.J.
- [7] A. Ruiz, „AI for Energy Demand Forecasting“, 2023.
- [8] R. Zacher, Deep Dive B2B Energy Market, Robert Bosch GmbH, 2023
- [9] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Energiewende direkt, „Was ist ein „Prosumer?““, 2016
- [10] Next Kraftwerke, „Übertragungsnetzbetreiber: Wer sind die ÜBN und was machen sie?“, o.J.
- [11] S. Brisley, „What is a Distribution System Operator?“, Camus Energy, 2022
- [12] M. Keay and D. Robinson, „Electricity Markets and Pricing for the Distributed Generation Era, Distributed Generation and its Implications for the Utility Industry, 2014
- [13] AI Energy, „What An Energy Broker Is And Why You Should Use One“, 2021
- [14] Ifesca, Startseite, 2023
- [15] Magis consult, Startseite, 2023
- [16] Metalogic, Startseite, 2023
- [17] Etalytics, Startseite, 2023

Track 3: Technologie als Enabler für Nachhaltigkeit und Resilienz



Konzeptionierung einer Blockchain und IT-Architektur zur Speicherung von Fahrzeugpapieren

In Kooperation mit der Porsche Financial Services GmbH

Patrick Bauer
DHBW Stuttgart
Bausparkasse Schwäbisch Hall AG
Stuttgart, Germany
wi20221@lehre.dhbw-stuttgart.de

Martin Karbaum
DHBW Stuttgart
DZ BANK AG
Stuttgart, Germany
wi20223@lehre.dhbw-stuttgart.de

Hendrik Aschmies
DHBW Stuttgart
DZ BANK AG
Stuttgart, Germany
wi20182@lehre.dhbw-stuttgart.de

Abstract— Diese Arbeit hat das Ziel, eine manipulations-sichere Lösung und IT-Architektur zur Speicherung von Fahrzeuginformationen theoretisch zu konzipieren durch die Verwendung von Blockchain-Technologien und Komponenten der AWS-Infrastruktur von Porsche. Dazu wird nach einer Einleitung in die Problemstellung ein Überblick über die theoretischen Grundlagen geschaffen. Anschließend werden konkrete Anforderungen an eine Lösung herauskristallisiert. Im Rahmen der eigentlichen Konzeptionierung wurde eine geeignete Blockchain-Lösung mittels einer Nutzwertanalyse ausfindig gemacht und im Anschluss in eine vollständige IT-Architektur eingebunden. Nachfolgend werden auch die Hintergründe zur Entwicklung der IT-Architektur erläutert. Abschließend wird das Ergebnis dieser Arbeit kritisch reflektiert und ein Fazit gezogen.

I. EINLEITUNG

Gegenwärtig wird das Thema der Fahrzeugmanipulation medial stark diskutiert. Um im Gebrauchtwagenhandel bessere Preise zu erzielen, werden häufig Unterlagen wie Scheckhefte und Servicenachweise sowie Kilometerstände gefälscht. Insbesondere das Scheck- und Serviceheft lassen sich leicht manipulieren, weshalb viele Hersteller bereits ein elektronisches Scheckheft eingeführt haben. Dabei muss der Autobesitzer kein physisches Scheckheft mehr aufbewahren, die Informationen können dadurch nicht mehr abhanden kommen. Allerdings ist die Manipulation von Tachoständen durch den Einsatz von Diagnosegeräten immer noch einfach. Solche Manipulationsgeräte sind legal und ab einem Preis von 150€ erhältlich [1]. Sie enthalten entsprechende Software, mit der ein beliebiger Kilometerstand eingestellt werden kann. Jährlich werden so in Deutschland zwei Millionen Fahrzeuge manipuliert [2], was zu einem Verbraucherschaden in Höhe von insgesamt sechs Milliarden Euro führt. Umgerechnet auf alle Fahrzeuge in Deutschland entstehen somit 3000€ Schaden pro Wagen. [3] Obwohl derartige Manipulationen illegal sind und strafrechtlich verfolgt werden, können nur wenige Fälle aufgedeckt werden. Insbesondere hochpreisige Fahrzeuge sind von solchen Manipulationen betroffen, um höhere Gewinne beim Verkauf zu erzielen. Hinzu kommt, dass Luxusfahrzeuge, wie Autos der Marke Porsche, die Tendenz haben, im Laufe der Zeit im Wert zu steigen. Damit diese Wertsteigerung nachvollziehbar und seriös ist, muss die Historie eines solchen Wagens gepflegt und möglichst fälschungssicher dokumentiert sein.

A. Problemstellung

Daraus leitet sich die Problemstellung dieser Arbeit ab, das heißt es soll eine Lösung gefunden werden, wie Fahrzeuginformationen (Fahrzeugbrief, Serviceheft etc.) mit

möglichst wenig Aufwand nachhaltig und manipulations-sicher gespeichert werden können. Für diese Anforderungen bietet sich die Blockchain-Technologie an. Es soll daher eine geeignete Blockchain gefunden und schematisch in eine passende IT-Architektur eingebunden werden.

B. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es ein Konzept zu entwickeln, welches erläutert, wie Fahrzeugpapiere und sonstige Fahrzeuginformationen mit einer Blockchain gespeichert, genutzt und authentifiziert werden können. Dafür soll eine passende IT-Architektur skizziert werden.

II. GRUNDLAGEN DER BLOCKCHAIN UND FAHRZEUGDOKUMENTATION

In diesem Kapitel sollen die Grundlagen der betrachteten Themenfelder geklärt werden. Dafür wird zuerst die Technologie Blockchain und ihre Funktionsweise erläutert. Es folgt eine kurze Beschreibung von Smart Contracts und Tokenisierung, abschließend wird auf die verschiedenen Fahrzeuginformationen eingegangen.

A. Funktionsweise einer Blockchain

Eine Blockchain ist ein Beispiel für eine DLT (Distributed-Ledger-Technologie) und bietet die Möglichkeit Transaktionen zu speichern. Damit ist sie ähnlich zu einer klassischen Datenbank, wobei die Daten einer Blockchain verteilt, unveränderbar und transparent bewahrt werden.

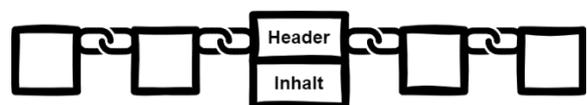


Figure 1: Blockchain

Dafür werden die Daten in Blöcken gespeichert und miteinander verkettet. [4] Ein Block besteht aus einem Header und dem Inhalt. Der Header beinhaltet immer den Hashwert des vorherigen Blocks, einen Zeitstempel, den Merkle-Tree-Root-Hash und eine Nonce. Über den Hashwert des vorherigen Blocks wird der neue Block an die Kette am Ende angehängt. Die Nonce ist für die Verkettung mit dem nächsten Block relevant, da über diese der Hashwert des folgenden Blocks errechnet wird. Der Wert Merkle-Tree-Root-Hash bildet sich aus dem Inhalt des Blocks und ist der Hashwert der Wurzel des Merkle-Baums. Der Merkle-Baum ist eine Datenstruktur, die häufig verwendet wird, um den Inhalt eines Blocks festzuhalten. Welche Datenstruktur dafür genutzt wird

und was genau im Header steht, variiert jedoch bei jeder Blockchain. [5] Der konkrete Inhalt eines Blocks kann sich von Blockchain zu Blockchain unterscheiden, wobei es in den meisten Fällen Transaktionen sind. Für die Erstellung eines neuen Blocks gibt es unterschiedliche Verfahren, die je nach Blockchain variieren. Das klassischste und älteste Verfahren nutzt Bitcoin mit dem Proof-of-Work-Algorithmus. Hier wird die Nonce stetig verändert und gehasht, bis ein Wert gefunden wird, der eine vorgeschriebene Anzahl an Nullstellen zu Beginn hat. Derjenige, der zuerst einen solchen Wert findet, kann einen neuen Block bilden und erhält dafür eine Belohnung. Damit dieses Verfahren bei steigender Rechenleistung nicht zu schnell zum Ergebnis führt, gibt es ein eingebautes System, das die Komplexität der Rechenaufgabe automatisch anpasst, um eine festgelegte Blockzeit (die Zeit zwischen der Erstellung und des Anhängens eines neuen Blocks) einzuhalten. Bei Ethereum wird ein Proof-of-Stake-Algorithmus eingesetzt, der weniger Rechenleistung benötigt und eine andere Funktionsweise hat. Um einen neuen Block anzuhängen, benötigt es jedoch nicht nur einen passenden neuen Hashwert, sondern auch eine mehrheitliche Akzeptanz dieses Blocks im Netzwerk. Jeder, der an der Blockchain teilnehmen möchte, muss einen so genannten Node betreiben, der die gesamte Blockchain beinhaltet (es gibt verschiedene Arten von Nodes, welche unterschiedliche Aufgaben haben und auch nicht die gesamte Blockchain beinhalten, aber in dieser Arbeit wird erstmal nur von einem Full Node ausgegangen). [6] Da jeder Teilnehmer über eine Kopie der Blockchain verfügt, ist diese dezentral gespeichert. Änderungen an der Blockchain erfordern eine Mehrheit von mindestens 51% der Nodes. Sollte es diese Mehrheit nicht geben, können keine Änderungen vorgenommen werden. Ein weiterer Sicherheitsaspekt ist das komplexe und aufwändige Verfahren, um neue Blöcke zu erstellen, da bei einer Manipulation eines älteren Blocks alle Hashwerte ab diesem neu berechnet werden müssten. Somit müsste ein Angreifer nicht nur alle Berechnungen neu durchführen, sondern auch noch mit der geänderten Version eine Mehrheit im Netzwerk erzielen. Da dies in den etablierten Blockchains fast unmöglich umzusetzen ist, gelten die Daten als unveränderbar. [6]

B. Smart Contracts und Tokenisierung

Smart Contracts sind selbstausführende Verträge, die auf der Blockchain-Technologie basieren und in Blockchains wie Ethereum verwendet werden können. Sie ermöglichen es, Verträge automatisch zu erfüllen, ohne dass eine dritte Partei erforderlich ist. Verträge sind dabei weder intelligent noch rechtlich bindend, sondern einfache Programme. [4] Tokenisierung bezieht sich auf die Nutzung von Smart Contracts, um Vermögenswerte digital abzubilden und in Token zu unterteilen. Die Besitzverhältnisse dieser Vermögenswerte werden über die Blockchain geregelt. [4]

C. Fahrzeuginformationen

Zu jedem Fahrzeug gehören verschiedenste Informationen. Die Basis bilden die reinen Fakten über das Auto, wie Hersteller, Modell, Hubraum, Leistung, Produktionsort, Modelljahr, Herstelldatum, Lackfarbe, Innenraumfarbe, Getriebetyp, Antrieb, Tankvolumen, Modellcode und die Fahrzeugidentifikationsnummer (FIN). Eine weitere wichtige Information ist der Kilometerstand, da dieser für den Verschleiß des Fahrzeugs ausschlaggebend ist. Jedes Fahrzeug in Deutschland benötigt als Dokumente die Zulassungsbescheinigung Teil 1 (Fahrzeugschein) und Teil 2 (Fahrzeugbrief), um die

Eigentumsverhältnisse und die rechtliche Zulässigkeit nachzuweisen. Diese Dokumente enthalten Informationen wie Fahrzeugdaten, Halterdaten, technische Details und Angaben zur Fahrzeugversicherung. Die Angaben zur Versicherung sind jedoch nicht besonders ausführlich und enthalten auch keine Konditionen, weswegen die Versicherungspolice für den Fahrzeughalter auch wichtig sein kann. Ein weiteres relevantes, aber nicht verpflichtendes, Dokument ist das Serviceheft. Darin werden durchgeführte Servicearbeiten, Inspektionen und Reparaturen dokumentiert. Wenn Inspektionen oder die Hauptuntersuchung und Abgasuntersuchungen (TÜV) durchgeführt werden, gibt es zudem ein Gutachten. Sollte es einen Unfall mit dem Wagen geben, ist auch ein Unfallbericht interessant, da dieser den Umfang der Schäden angibt. Zusammenfassend beinhalten die zu speichernden Fahrzeugpapiere: Das Serviceheft, Fahrzeugschein, Fahrzeugbrief, TÜV-Gutachten, Unfallberichte und sonstige Papiere und Informationen, die in direkter Verbindung mit einem Fahrzeug stehen.

III. ENTWICKLUNG EINER KONZEPTIDEE ZUR RESILIENTEN DATENHALTUNG

In diesem Kapitel soll die Basis für die Konzeption gebildet werden. Zu Beginn wird die Ausgangssituation beschrieben, worauf eine Anforderungsanalyse folgt, durch die alle notwendigen Anforderungen an die Lösung ermittelt und klar beschrieben werden.

A. Ausgangssituation

Um auf die Ausgangssituation, welche sich aus der Problemstellung ergibt, zurückzukommen, soll es in dieser Arbeit um die Konzeption einer Blockchain-Lösung und einer damit verbundenen IT-Architektur gehen. Das Gesamtkonstrukt soll dabei eine persistente und einfache Lösung zur Manipulationsprävention von Fahrzeugpapieren darstellen. Dies ist vor allem bei Autos im Luxussegment, wie der Marke Porsche, ein wichtiger Aspekt im Verkaufsprozess. Die Papiere sollten den Werterhalt oder gar eine Wertsteigerung glaubhaft belegen können, um einem potenziellen Käufer Sicherheiten zu bieten. Nicht selten werden Reparaturen, Unfallschäden oder Tachomanipulationen verschwiegen, indem sie nicht in den Papieren des Fahrzeuges hinterlegt werden. Eine andere gängige Option, um die Historie eines Fahrzeuges zu vertuschen ist die Ausrede, dass die Papiere abhandengekommen seien. Derzeit bieten bereits einige Autohersteller digitale Servicehefte an, dabei geben sie verschiedene Restriktionen für die Zugriffsrechte vor, was vor allem bei Freien Werkstätten zu einem hohen Mehraufwand führt, da diese auf die zentralen Datenbanken der Hersteller zugreifen müssen. Insgesamt stellen die bisherigen Lösungen keinen performanten Ansatz dar. Deshalb soll die konzipierte Lösung dieser Arbeit durch die Verwendung der Blockchain eine performante dezentrale Möglichkeit zur Speicherung von Fahrzeugpapieren bieten, um die Transparenz der Geschichte und Informationen eines Fahrzeuges zu erhöhen.

B. Anforderungsanalyse

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Lastenheft nach IEEE/ANSI 830-1993 erstellt. IEEE/ANSI 830-1993 ist eine empfohlene Praxis für die Erstellung von Software-Anforderungsspezifikationen (SRS). Es beschreibt den Inhalt und die Eigenschaften einer guten SRS und präsentiert mehrere Beispiel-SRS-Gliederungen. Diese empfohlene Praxis zielt darauf ab, Anforderungen an zu entwickelnde Software zu spezifizieren, kann aber auch zur Unterstützung bei der Auswahl von internen oder kommerziellen Softwareprodukten angewendet werden. Dies setzt sich aus dem Namen des Produktes, der Name

des Herstellers, eines Versionsdatums sowie aus einer Einleitung, einer Allgemeinen Beschreibung sowie spezifischen Anforderungen zusammen.

Software-Anforderungsspezifikation (SRS) für die Speicherung von Fahrzeugdaten in der Blockchain	
1. Einführung	
1.1 Zweck	
Zweck dieses Dokuments ist eine detaillierte Beschreibung der Anforderungen an das Softwaresystem, das Fahrzeugdaten in der Blockchain speichern wird. Dieses Dokument dient als Referenz für das Entwicklungsteam und die Beteiligten, um sicherzustellen, dass das System die gewünschte Funktionalität und Qualität aufweist.	
1.2 Anwendungsbereich	
Diese SRS umfasst die Anforderungen an ein Softwaresystem, das Fahrzeugdaten in einer Blockchain speichert, abrufen und verwaltet. Das System wird eine sichere und manipulationssichere Speicherung von Fahrzeugdaten bieten und einen einfachen Zugang und Abruf von Informationen ermöglichen.	
1.3 Definitionen, Akronyme und Abkürzungen	
Blockchain: Eine verteilte Datenbank, die eine kontinuierlich wachsende Liste von Datensätzen, so genannten Blöcken, verwaltet, die miteinander verknüpft und durch Kryptografie gesichert sind.	
Fahrzeugdaten: Informationen, die sich auf ein bestimmtes Fahrzeug beziehen, wie z. B. Marke, Modell, Baujahr und Wartungshistorie.	
1.4 Referenzen	
IEEE/ANSI 830-1993: IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications	
2. Allgemeine Beschreibung	
2.1 Produktperspektive	
Das Softwaresystem wird eine eigenständige Anwendung sein, die mit einer Blockchain interagiert, um Fahrzeugdaten zu speichern und abzurufen.	
2.2 Produktfunktionen	
Speichern von Fahrzeugdaten in der Blockchain	
Abrufen von Fahrzeugdaten aus der Blockchain	
Verwalten des Zugriffs auf Fahrzeugdaten	
2.3 Benutzermerkmale	
Bei den Nutzern dieses Systems handelt es sich um Einzelpersonen oder Organisationen, die Fahrzeugdaten auf sichere und manipulationssichere Weise speichern oder darauf zugreifen müssen.	
3. Spezifische Anforderungen	
3.1 Funktionale Anforderungen	
3.1.1 Fahrzeugdaten speichern	
Das System muss es Nutzern ermöglichen, Fahrzeugdaten in der Blockchain zu speichern.	
3.1.2 Abrufen von Fahrzeugdaten	
Das System muss es Nutzern ermöglichen, Fahrzeugdaten aus der Blockchain abzurufen.	
3.1.3 Verwaltung des Zugriffs auf Fahrzeugdaten	
Das System muss Mechanismen zur Verwaltung des Zugriffs auf die in der Blockchain gespeicherten Fahrzeugdaten bereitstellen.	
3.2 Leistungsanforderungen	
Das System muss in der Lage sein, eine große Menge an Fahrzeugdaten zu verarbeiten und schnelle Abrufzeiten zu gewährleisten.	
3.3 Entwurfsbedingte Einschränkungen	
Das System muss so konzipiert sein, dass es innerhalb der Grenzen der gewählten Blockchain-Technologie funktioniert.	

IV. KONZEPTIONELLE IMPLEMENTIERUNG UND ZIEL-ARCHITEKTUR

Dieses Kapitel beschreibt die Konzeption der erstellten Lösung. Dabei wird eingangs erläutert, wie eine geeignete Blockchain ausfindig gemacht wurde. In einem weiteren Schritt wird die mögliche IT-Architektur mittels einer Grafik hergeleitet. Abschließend folgt eine kritische Würdigung der vorgestellten Ergebnisse.

A. Wahl der verwendeten Blockchain-Technologie

Um eine fundierte Entscheidung treffen zu können, welche Blockchain zur Lösung der gegebenen Problemstellung am besten geeignet ist, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Nutzwertanalyse erstellt. Diese umfasst verschiedene Blockchains und Kriterien, welche die Entscheidung unterschiedlich stark beeinflussen. Zuletzt werden die Kriterien für jede Option auf ihren Erfüllungsgrad hin bewertet und anschließend aufaddiert. Die Option mit der höchsten Punktzahl erfüllt alle Anforderungen am ehesten und ist somit am besten geeignet. Die verschiedenen Blockchain-Typen wurden auf Basis eines Expertengesprächs mit Thorsten Hirsch ausgewählt, er ist der technische-Verantwortliche für Blockchain-Lösungen der DZ BANK AG. Im Folgenden wird die Nutzwertanalyse abgebildet.

Kriterium	Gewichtung	Ethereum		Polygon		R3 Corda		Bitcoin		Cardano	
		BW	G	BW	G	BW	G	BW	G	BW	G
Sicherheit	30	3	90	2	60	2	60	3	90	2	60
Kosten	20	2	40	3	60	1	20	1	20	2	40
Konfigurierbarkeit	25	3	75	3	75	2	50	1	25	3	75
Geschwindigkeit	10	2	20	3	30	1	10	1	10	2	20
Bekanntheitsgrad	15	3	45	2	30	1	15	3	45	2	30
Gesamtbewertung	100		270		255		155		190		225
Rang		1		2		5		4		3	

Figure 2: Nutzwertanalyse verschiedener Blockchains

BW = Bewertung | G = Gesamt

Wie aus Figure 2 ersichtlich, kann die Ethereum-Blockchain mit einem knappen Vorsprung gegenüber der Polygon-Blockchain am besten alle essenziellen Aspekte abdecken. Dies lässt sich dadurch begründen, dass Ethereum durch die große Verbreitung auch eine hohe Sicherheit bietet. Zusätzlich lassen sich auf dieser Blockchain eigene Anwendungen entwickeln und nutzen, wodurch eine Konfigurierbarkeit gewährleistet wird. Nur in den Punkten Kosten und Geschwindigkeit schnitt Ethereum schlechter ab als Polygon, da die Transaktionsgebühren höher sind und die Transaktionen pro Sekunde geringer sind. Dennoch konnte Ethereum minimal mehr Punkte gewinnen und ist somit die hier präferierte Blockchain. Die Bitcoin-Blockchain wurde an dieser Stelle nur als Vergleichsmedium aufgenommen, obwohl von Beginn an klar war, dass diese ungeeignet ist, da es sich um eine reine Währungsblockchain handelt.

B. Entwickeltes Prozessschaubild

Nachdem mithilfe einer Nutzwertanalyse die Ethereum-Blockchain als passende Technologie ausgewählt wurde, wird in diesem Abschnitt erläutert, wie eine mögliche IT-Architektur für die Anwendung aussehen könnte.

Um die Fahrzeuginformationen auf der Ethereum-Blockchain zu sichern, gibt es zwei mögliche Wege. Der erste wäre ein eigens entwickelter Smart Contract, der alle wesentlichen Informationen eines Fahrzeugs enthält. Der zweite würde auch einen eigenen Smart Contract erfordern, wobei dieser nur die Hashwerte von Dokumenten mit den Informationen enthalten würde. Die Dokumente mit den Informationen würden dabei an einer anderen Stelle gespeichert werden und mithilfe der Blockchain könnte die Authentizität dieser verifiziert werden. Hier wurde entschieden, die zweite Variante zu verwenden, da ein Unternehmen wie Porsche viele Fahrzeuge und somit viele Fahrzeugdaten hat, wodurch eine große Datenmenge in der Blockchain entstehen würde. Dies wäre mit hohen Kosten verbunden, die langfristig weiter steigen

würden. Basierend auf dieser Entscheidung wird die in Figure 3 abgebildete Architektur vorgeschlagen.

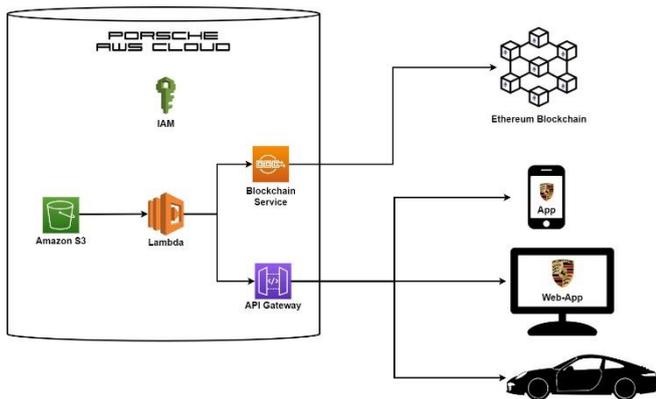


Figure 3: IT-Architektur zur Speicherung von Fahrzeuginformationen

Damit eine Verbindung zur Ethereum-Blockchain hergestellt werden kann und um die Fahrzeuginformationen sicher speichern zu können, wird die Amazon Web Services (AWS) Cloud genutzt. In dieser Cloud kann Porsche beispielsweise die Daten nicht nur speichern, sondern auch zusätzlich benötigte Funktionen implementieren. Dies wäre zum Beispiel für den Aspekt Sicherheit sinnvoll, da niemand unbefugt auf die gesamten Daten zugreifen können darf, um beispielsweise Änderungen vorzunehmen. Die Sicherheit wird in dieser Architektur von drei Komponenten gewährleistet. Erstens ist die AWS Cloud an sich stark abgesichert und hoch verfügbar. Zweitens wird die AWS-Komponente „Identity & Access Management“ (IAM) eingesetzt, um die Zugriffe und Benutzer zu reglementieren. [7] Und drittens kann eine Änderung nicht ohne eine Aktualisierung der Hashwerte in der Blockchain erfolgen, da sonst nachvollzogen werden könnte, dass die Daten nicht verifiziert sind. Somit ist diese Architektur im Punkt Sicherheit sehr gut geschützt und bedarf nachfolgend nur noch einer Erläuterung der Funktionalität. Für die Speicherung der Daten wurde sich für den Amazon „Simple Storage Service“ (S3) entschieden. Dieser bietet die Möglichkeit, jegliche Datenformate zu speichern und zu analysieren. [7] So könnte zum Beispiel Porsche mithilfe von Big-Data-Analysen verschiedenste Informationen über ihre Fahrzeuge auswerten, ohne Kundendaten gegenüber Externen zu gefährden. Bevor die Fahrzeuginformationen in S3 gespeichert werden, ist der Service „Lambda“ vorgeschaltet. Dieser ermöglicht das Ausführen von Funktionen oder Skripten und würde den Hash-Algorithmus beinhalten, welcher die Hashwerte aus den Informationen erzeugt, die dann in der Ethereum-Blockchain gespeichert werden. [7] Daher ist Lambda direkt mit dem „Blockchain Service“ verbunden, über den ein Ethereum Node betrieben werden kann. Folglich stellt diese Komponente die Verbindung zur Ethereum-Blockchain her. Über diesen Node werden auch die Smart Contracts implementiert, abgefragt und aktualisiert. [7] Neben der externen Verbindung in die Ethereum-Blockchain, wird eine externe Verbindung für die regulären Anwender benötigt. Dies kann über das „API Gateway“ bereitgestellt werden und es kann eine klassische API-Schnittstelle, wie REST, HTTP oder ein WebSocket implementiert werden. [7] Die Endnutzer haben dann die Möglichkeit, über eine App mobil und per Desktop auf die Lösung zuzugreifen. Genauso kann das Fahrzeug selbst seine Daten automatisiert synchronisieren, wodurch für Werte wie den Kilometerstand keine manuelle Aktion erforderlich ist. Durch

die Verwendung einer klassischen API wird hierbei die Implementierung erleichtert, da es sich um gängige Standards handelt.

Somit ist die IT-Architektur vollständig beschrieben und es gibt für alle notwendigen Funktionen Komponenten, die diese abdecken.

C. Darstellung der Use Cases

Im Rahmen des Projektes wurden für den Einsatz von Blockchain-Technologien, beim Sichern von Fahrzeugdaten in der Blockchain, folgende Use Cases ermittelt.

Ein erster Use Case ist der digitale Fahrzeugpass, bei dem die Fahrzeugdaten wie das Serviceheft, Unfälle und Kilometerstände persistent gesichert werden. Der Fahrzeugpass kann dann zur Ermittlung des Kaufpreises sowie beim Autokauf zur Nachvollziehbarkeit verwendet werden. Der Benutzer kann durch einfache Abfrage mittels App oder Webanwendung die Daten abfragen sowie die Fahrzeugdaten prüfen und hat die Sicherheit, dass die Fahrzeugdaten nicht manipuliert oder gefälscht worden sind. Der Vorteil davon ist auch, dass die Fahrzeugdaten jederzeit abgerufen und verifiziert werden können.

Ein weiterer Anwendungsfall ist die Prüfung der Serviceintervalle während der Finanzierungs- oder Leasinglaufzeit. Hierbei kann die finanzierende Bank prüfen, ob der Kunde die Serviceintervalle einhält und so eine Minderung des Fahrzeugwertes vermeiden. Die Bank prüft dabei mittels Prüfmechanismen regelmäßig die Punkte und kann den Kunden entsprechend darüber informieren. Dies reduziert die Kosten, da diese Daten zentral verwaltet werden, und nicht beim Kunden erfragt werden müssen.

D. Kritische Würdigung der Ergebnisse

Für die Entwicklung des Architekturmodells ist eine Anforderungsanalyse nach IEEE/ANSI 830-1993 erstellt worden, welche die Basis für das Projekt gelegt hat.

Um eine geeignete Blockchain-Lösung für die Erstellung des Architekturmodells zu finden, wurden Gespräche und Recherchen mit einem Experten im Bereich Blockchain geführt und mithilfe einer Nutzwertanalyse validiert. Der Einsatz von Nutzwertanalysen ist generell sehr sicher, da eine Nutzwertanalyse eine rationale Methode ist. Es könnte jedoch der Fall sein, dass die Auswahl der Kriterien subjektiv erfolgt ist und somit das Ergebnis beeinträchtigt wurde. Nachdem die Auswahl der geeigneten Blockchain-Technik erfolgt ist, wurde das Architekturmodell final erstellt.

Insgesamt hat das Speichern von Fahrzeugdaten in der Blockchain einige Vorteile, wie zum Beispiel die resiliente Haltung von Fahrzeugdaten. Darüber hinaus bietet es Sicherheit und Persistenz.

Das erstellte Architekturmodell hat trotz Einfluss vieler Faktoren auch mögliche Problemstellen, welche im Folgenden aus Transparenzgründen genannt werden.

Zum einen speichert die Blockchain alle Transaktionen in Blöcken, die von jedem Computer im Netzwerk gespeichert werden müssen, was zur Folge hat, dass Daten, die einmal in die Blockchain aufgenommen wurden, nicht mehr gelöscht werden können.

Ein weiteres Problem könnte die Netzwerkgeschwindigkeit einer Blockchain sein, da die im Beispiel gewählte Ethereum-Blockchain nur 15-16 Transaktionen pro Sekunde

verarbeiten kann. [8] Die gewählte Einsatzart der Blockchain ermöglicht es, die Transaktionsgeschwindigkeit weitestgehend zu vernachlässigen, da im Architekturmodell eine wie in Abschnitt B beschriebene Amazon-S3-Datenbank verwendet wird.

Darüber hinaus muss eine Blockchain- um sicher und robust zu sein, viele Teilnehmer haben, die den Transaktionen oder Änderungen zustimmen müssen. Die im Architekturmodell gewählte Ethereum-Blockchain hat 8.353 Nodes und ist damit sehr sicher. [9]

Ein weiteres Risiko ist, dass die Blockchain manipulationssicher, aber nicht immun gegen Hackerangriffe ist. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie das Netzwerk kompromittiert werden kann, wie z.B. durch 51% Attacken, Sybil Attacken oder Smart Contract Schwachstellen.

Alles in Allem wäre der Einsatz von Blockchain eine sehr sichere Möglichkeit zur Haltung von Fahrzeugdaten, sofern die oben benannten Risiken bei einer Umsetzung berücksichtigt werden.

V. FAZIT & AUSBLICK

Diese Arbeit hatte das Ziel eine IT-Architektur zu entwickeln, welche jegliche Fahrzeugpapiere speichern kann und diese durch eine Blockchain authentifiziert, um Manipulationen weitestgehend zu vermeiden, da jede falsche oder fehlende Information zu einer Wertminderung eines Porsche-Fahrzeuges führen kann. Rückblickend wurden im Rahmen dieser Arbeit zu Beginn die theoretischen Grundlagen einer Blockchain und die damit verbundenen Smart Contracts erörtert, zudem wurde ein allgemeines Verständnis von den zu speichernden Fahrzeugpapieren geschaffen. In einem weiteren Schritt wurden die Anforderungen mittels einer Anforderungsanalyse ermittelt. Auf dieser Basis erfolgte die eigentliche Konzeption, dazu wurde zunächst durch eine Nutzwertanalyse die hierfür beste Blockchain-Lösung ausfindig gemacht. Anschließend wurde eine mögliche IT-Architektur entwickelt und erläutert, welche die von Porsche genutzte AWS-Infrastruktur mit der Blockchain in Verbindung setzte. Abschließend folgte eine kritische Hinterfragung der Ergebnisse.

Letztlich bleibt zu sagen, dass die entwickelte Lösung eine Evolution von bereits bestehenden Technologien darstellt, da bereits einige Autohersteller digitale Servicehefte anbieten. Diese können aber meist nur vom Hersteller und von Vertragshändlern eingesehen werden, potenzielle Käufer können ggf. nur einen Ausdruck dessen anfordern. Ein konkreteres Beispiel ist die „VerifyCar“-Konzeptidee von BMW, mit welcher eine blockchainbasierte Lösung zur Verifizierung eines Fahrzeuggpasses geliefert werden soll. [10]

Bei der Lösung dieser Arbeit können Käufer selbst direkt über eine (Web)-App das Serviceheft eines Wagens einsehen

und im gleichen Zuge haben sie ebenfalls Zugriff auf alle weiteren Fahrzeugpapiere. Jedoch müsste dazu erst geklärt werden, inwiefern personenbezogene Daten in den Fahrzeugpapieren rechtlich sicher zugänglich gemacht werden können.

Mit Hinblick auf die Zukunft sollte in einem nächsten Schritt ein Proof-of-Concept entwickelt werden, um zu prüfen, ob die angedachte Lösung auch in der Praxis sinnvoll und umsetzbar ist. Des Weiteren müsste die rechtliche Situation konkreter betrachtet werden. Sobald diese Schritte erfolgreich erfüllt sind, könnte Porsche überlegen, das Produkt in eine Pilotierungsphase zu überführen.

- [1] TÜV Nord AG, „Tacho-Manipulation“, <https://www.tuev-nord.de/de/privatkunden/ratgeber-und-tipps/auto-ratgeber/tachobetrug/>, n.d., (accessed June 12, 2023)
- [2] A. V. Thiemel, M. Janke, B. Steurich, „Tachomanipulation - Technisch Vorbeugen“, in ATZelextronik, vol. 8, pp. 106 – 110, <https://doi.org/10.1365/s35658-013-0270-y>, March 2013, (accessed June 12, 2023)
- [3] Stiftung Warentest, „Wie Käufer von Gebrauchtwagen ihr Risiko begrenzen“, <https://www.test.de/Tachomanipulation-Gebrauchtwagen-Tachobetrug-5271655-0/>, 2022, (accessed June 13, 2023)
- [4] L. Kurt und D. Kurt, Digitale Assets and Tokenisierung: Grundlagen Umfassend Verstehen, pp. 18 - 41, 2022
- [5] M. Pustišek, N. Živić und A. Kos, Blockchain: Technology and Applications for Industry 4.0, Smart Energy, and Smart Cities. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, pp. 5 - 68, 2021
- [6] D. Burgwinkel, Blockchain Technology: Einführung für Business- und IT Manager. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, pp. 124 – 135, 2016
- [7] Amazone Web Services, „AWS Documentation“, https://docs.aws.amazon.com/?nc2=h_ql_doc_do, n.d., (accessed July 06, 2023)
- [8] Niroolution, „9 Blockchain Nachteile und Grenzen der Technologie“, <https://niroolution.com/de/blockchain-nachteile/>, 2020, (accessed July 03, 2023)
- [9] Ethereum, „Ethereum today“, <https://ethereum.org/en/>, 2023, (accessed July 04, 2023)
- [10] BMW AG, „Wie die Blockchain Autofahrern helfen kann“, <https://www.bmw.com/de/innovation/blockchain-automobilindustrie.html>, 2019, (accessed July 07, 2023)

Moderne Technologien für klassische Fahrzeuge: Digitale Betriebsanleitung für Porsche Classics

Lena Dalke
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
lena.dalke@porsche.de

Katharina Novak
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
katharina.novak@porsche.de

Emma Sieder
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
emma.sieder@porsche.de

Abstract—Entlang des Design Thinking Prozesses werden Konzeptideen entwickelt, um moderne Technologien in Porsche Classic Fahrzeuge zu integrieren. Mithilfe der Ideation Methode Brainwriting werden Problemstellungen identifiziert und Lösungsansätze kreiert. Anschließend werden mögliche Produktideen priorisiert und die digitale Betriebsanleitung als finale Idee definiert. Diese wird anhand eines Prototyps mit drei Use Cases ausgeführt.

Keywords—Design Thinking, Ideation, Methoden, Brainwriting, Prototyping

I. EINLEITUNG

Moderne Technologien für klassische Fahrzeuge – Zehn Jahre nach Ende der Produktion eines Porsches gehen die Fahrzeuge in den Verantwortungsbereich von Porsche Classic über. Der Unternehmensbereich Porsche Classic verantwortet dabei die Reparatur und Restauration sowie die Ersatzteile der 18 Porsche Classic Modelle. Um moderne Technologien und klassische Fahrzeuge zu verbinden, sollen im vorliegenden Paper innovative Ideen kreiert werden. Dabei orientiert sich der Aufbau des vorliegenden Papers am Design Thinking Prozess. Hierzu werden zunächst die einzelnen Phasen des Design Thinking nach Plattner beschrieben. In den folgenden Kapiteln wird anschließend die praktische Umsetzung der jeweiligen Design Thinking Phasen im Rahmen des vorliegenden Papers beleuchtet. Da zur Ideengenerierung der Fokus insbesondere auf der Ideate Phase liegt, werden verschiedene Ideation Methoden gegeneinander abgegrenzt, bevor die Durchführung der hier gewählten Brainwriting Methode erläutert wird und die daraus generierten Konzeptideen vorgestellt werden. Um diese zu priorisieren und eine finale Idee zur Konzeptentwicklung zu bestimmen, werden ausgewählte Kriterien herangezogen. Die Idee einer digitalen Betriebsanleitung für Classic Fahrzeuge wird anschließend mithilfe eines Prototyps initialisiert.

II. DESIGN THINKING

Design Thinking bezeichnet einen Prozess zur kreativen Ideengenerierung [1–3]. Der hierzu bekannteste Ansatz geht auf das Hasso Plattner Institute of Design at Stanford (d.school) zurück. Dieser beschreibt die fünf Schritte *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype* und *Test*, welche im Folgenden erläutert und im weiteren Verlauf des Papers praktisch durchlaufen werden.

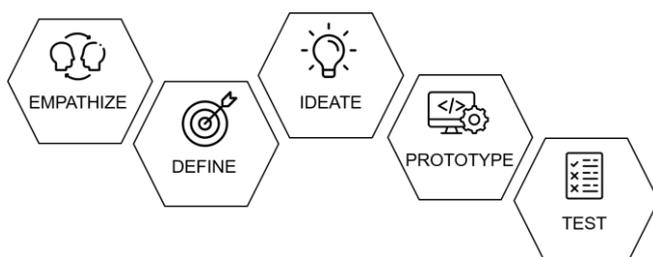


Abb. 1 Design Thinking Prozess

A. Empathize

Im ersten Schritt soll Empathie für die Zielgruppe erzeugt werden. Ziel dabei ist es, potenzielle Probleme zu identifizieren und sich in die Anwender hineinzuversetzen sowie ein Verständnis hinsichtlich deren Bedürfnisse zu erzeugen [4]. Durch Beobachten und Zuhören wird dabei aktiv der Kontakt zur Zielgruppe und die Interaktion mit ihr gesucht [4].

B. Define

Mithilfe der im ersten Schritt gewonnenen Perspektive, sollen die identifizierten Problemstellungen im *Define* Schritt konkretisiert werden sowie eine eindeutige Aufgabenstellung abgeleitet und definiert werden [4, 5].

C. Ideate

Ziel der *Ideate* Phase ist es anschließend, das gewonnene Verständnis über die Nutzergruppe zu verwenden, um Lösungsansätze zu entwickeln [4]. Im Gegensatz zur verbreiteten Annahme es müsse die einzig richtige Idee entwickelt werden, sollen im *Ideate* Schritt zunächst so viele und so diverse Ideen wie möglich generiert werden [2, 4, 5]. Wichtig ist insbesondere, die strikte Trennung der Ideengenerierung und deren Bewertung. Dabei wird auf Ideation Methoden wie Brainstorming oder Brainwriting zurückgegriffen [4].

D. Prototype

Um ausgewählte Ideen zu realisieren, werden Prototypen des Lösungsvorschlags entwickelt. Hierzu werden jegliche Möglichkeiten gezählt, die der Zielgruppe eine vorläufige Interaktion mit der zu entwickelnden Lösung bieten [4]. Auch wenn Prototypen bewusst vereinfacht konzipiert werden, ermöglichen sie in der nachfolgenden Testphase wertvolles Feedback [4].

E. Test

Während mithilfe eines Prototyps der erste Kontakt zu einer rudimentären Anwendung ermöglicht wird, soll die finale Umsetzung in der Testphase kontrolliert, analysiert und optimiert werden. Idealerweise können die Tests dabei unter realen Bedingungen durchgeführt werden [4].

III. EMPATHIZE UND DEFINE – IDENTIFIKATION PROBLEMSTELLUNGEN

Um die potenziellen Probleme der Porsche Classic Kunden zu identifizieren und sich in deren Lage hineinzuversetzen, wird in der vorliegenden Arbeit auf das Expertenwissen erfahrener Classic Mitarbeiter zurückgegriffen, in Foren recherchiert und Brainwriting durchgeführt. Auch wenn Ideation Methoden wie Brainwriting vor allem im nachfolgenden Ideate Schritt des Design Thinking Prozesses Anwendung finden, bieten diese bereits in den ersten beiden Schritten einen Mehrwert. Mithilfe der digitalen Kollaborationsplattform Miro werden

drei Problemstellungen identifiziert, welche nachfolgend erläutert werden.

A. Problemstellung 1: Begrenzte Langlebigkeit

Im Vergleich zu neuen Fahrzeugen ist die Langlebigkeit von Classic Fahrzeugteilen deutlich begrenzt. Während sich Neuwagenbesitzer auf die Beständigkeit der verbauten Materialien verlassen können, müssen Porsche Classic Besitzer jederzeit mit einem Ausfall von Fahrzeugkomponenten rechnen. Da ein Großteil der Porsche Classic Fahrzeuge saisonbedingt gefahren wird, erhöhen lange Stehzeiten der Fahrzeuge die Ausfallgefahr der Teile zusätzlich. Das Problem einer begrenzten Teilelanglebigkeit bedingt dadurch auch eine geringe Verlässlichkeit und Planbarkeit.

B. Problemstellung 2: Geringe Sicherheit

Durch den damaligen Stand der Technik sind die in den Classic Fahrzeugen vorhandenen Sicherheitsmechanismen vergleichsweise veraltet. Aktuell geltende Sicherheitsstandards können demnach nicht erfüllt werden. Auch wenn hierfür keine Nachrüstungspflicht besteht, kann vor allem bei den älteren Modellen nur ein geringer Sicherheitsstandard geboten werden. Sicherheitsfördernder Ausstattungsstandard wie Antiblockiersystem und Bremsassistenten können in Classic Fahrzeugen nicht vorgewiesen werden.

C. Problemstellung 3: Eingeschränkter Komfort

Neben der reinen Fahrfähigkeit des Autos, bieten heutige Fahrzeuge dem Kunden zusätzlich ein angenehmes bis luxuriöses Fahrerlebnis. Standardmäßig kann die Temperatur im Fahrzeug reguliert werden und die Sitze per Knopfdruck verstellt werden. Auch können moderne Fahrzeuge per Funk geöffnet und geschlossen werden, ohne dass eine manuelle Öffnung erforderlich ist. Darüber hinaus wird bereits die Fahrzeugöffnung über Mobile Keys diskutiert, wovon Classic Fahrzeuge weit entfernt zu sein scheinen.

IV. IDEATE – GENERIERUNG LÖSUNGSANSÄTZE

Um die Kreierung von kreativen Ideen zu unterstützen, wird häufig auf Brainstorming zurückgegriffen. Neben dem verbreiteten Brainstorming Ansatz finden sich jedoch weitere Ideation Methoden [6].

A. Ideation Methoden

1) Brainstorming

Mithilfe eines Brainstormings sollen innerhalb einer Gruppe gemeinsam Ideen entwickelt werden, wobei Gruppenmitglieder die Ideen der anderen Teammitglieder aufnehmen und diese weiterentwickeln sollen [6]. Auch wenn häufig bereits zwanglose Ideenfindungsphasen und Diskussionen als Brainstorming deklariert werden, muss eine Brainstorming Phase umfassend vorbereitet werden, ein klares Ziel aufweisen und Regeln befolgen [7]. Insbesondere muss dabei beachtet werden, dass die Ideen zunächst ohne eine direkte Bewertung entstehen sollen. Dadurch sollen bewusst unrealistische Szenarien zugelassen werden, welche die Inspirationsgrundlage weiterer Ideen darstellen.

2) Brainwriting

Neben intensiven Brainstorming Diskussionen, halten die Teammitglieder beim Brainwriting ihre Ideen zunächst separat voneinander schriftlich fest. Nach einer festgelegten

Zeit werden die niedergeschriebenen Ansätze weitergereicht und die initialen Ideen der vorangegangenen Personen schriftlich ergänzt und weiterentwickelt. Nachdem das Herumreichen und Weiterentwickeln der Ideen innerhalb der Gruppe abgeschlossen ist, startet die Diskussion über die potentiellen Ideen [6].

3) Sketchstorm

Im Gegensatz zum Brainwriting werden die Ideen der Sketchstorm Methode nicht schriftlich festgehalten, sondern in Form von Skizzen, Entwürfen und graphischen Abbildungen erfasst [6]. Ziel dabei ist es nicht, detaillierte Zeichnungen zu gestalten, sondern grobe Ansätze zu skizzieren und sich so kreativen Lösungsansätzen zu nähern.

4) Analogies

Um die Ideengenerierung zu unterstützen, werden mithilfe von Analogien kreative Denkanstöße gegeben. Passende Vergleiche bieten die Möglichkeit, über themenfremde Elemente von einer simplen Idee zu einem kreativen Lösungsansatz zu gelangen.

5) SCAMPER

Mithilfe des Akronymes SCAMPER werden sieben Fragen beantwortet, um kreative Ideen zu generieren und zu optimieren. SCAMPER setzt sich zusammen aus substitute, combine, adapt, magnify, put, eliminate und rearrange. Dabei werden beispielsweise Fragen gestellt, mit was die initiale Idee kombiniert werden könnte (combine) oder für welche weiteren Zwecke diese verwendet werden könnte (put).

B. Durchführung Brainwriting

Um nicht an einer initialen Idee festzuhalten, diese direkt auszudiskutieren und sich dadurch weitere Ideen vorzuenthalten, empfiehlt sich für die Ideengenerierung der vorliegenden Arbeit die Ideation Methode Brainwriting. Hierdurch können die Teammitglieder zunächst selbstständig eigene Ideen niederschreiben sowie die der anderen Teammitglieder einsehen und ergänzen, bevor eine Idee diskutiert wird. Ansätze über Analogien oder SCAMPER scheinen sich aus Sicht der Autorinnen besser für die Weiterentwicklung einer Idee als für ihre initiale Generierung zu eignen.

1) Vorgehen

Wie bereits die Definition der Problemstellungen in den Schritten Empathize und Define, findet auch die Ideengenerierung der Lösungsvorschläge mithilfe des online Kollaborationstools Miro statt. Zur Durchführung der Einzelarbeitsphasen werden Arbeitsbereiche auf dem Miro-Board zugewiesen, sodass jedes Teammitglied sich ausschließlich auf die eigene Ideenkreierung konzentrieren kann. Die in den ersten beiden Phasen des Design Thinking definierten Problemstellungen sind dabei Ausgangspunkt des Brainwriting. Entsprechend den drei Problemstellungen werden drei separate Brainwriting-Runden für jeweils eine konkrete Problemstellung durchgeführt. Zu Beginn notieren die Teammitglieder ihre initialen Ideen unabhängig voneinander im zugewiesenen Bereich. Anschließend werden die Bereiche getauscht und versucht die aufgeführten Ideen der Vorgängerin weiterzuentwickeln. Entsprechend den drei Autorinnen werden drei Runden durchgeführt. Ohne sich mündlich direkt über die Lösungsvorschläge auszutauschen und sich in Diskussionen zu verfangen, ermöglicht die schriftliche Form des Brainstormings eine kreative Ideenfindung. Wichtig dabei ist es außerdem, die

Ideen im ersten Schritt nicht zu kommentieren oder zu bewerten, sondern sich ausschließlich und bewusst auf die kreative Ausweitung der Idee zu fokussieren. Nachdem die individuelle Befassung mit den in Produktideen festgehaltenen Lösungsansätzen abgeschlossen ist, findet der offene Austausch darüber statt. Im Umfang des vorliegenden Papers werden die Ideen zunächst kategorisch zusammengefasst und geclustert, sodass Tendenzen sichtbar werden und ähnliche Ansätze zusammengefasst werden können. Anschließend erfolgten die Vorauswahl und die Priorisierung der gefundenen Lösungsansätze.

2) *Entwickelte Produktideen*

Nach Abschluss der drei Brainwriting-Runden konnten neun konkrete Produktideen bestimmt werden, welche im Folgenden kurz beschrieben werden.

a) *Lösungsansätze mit Fokus auf Langlebigkeit*

Zur Lösung der begrenzten Langlebigkeit wurden zwei digitale Anwendungen vorgeschlagen: Mit einer Predictive Maintenance App könnte der Unsicherheit vor Bauteilausfällen entgegengewirkt werden, indem Daten zu bekannten Bauteilproblematiken analysiert werden und Kunden mit übereinstimmenden Angaben aktiv auf ein Ausfallrisiko hingewiesen werden. Zusätzlich könnte ein Netzwerk an spezialisierten Classic Werkstätten abgebildet werden, welches beispielsweise bei der Reisplanung Sicherheit gibt. Das Konzept einer digitalen Betriebsanleitung hingegen könnte die Erhaltung eines Fahrzeugs präventiv fördern, indem die Kunden eine leicht zugängliche Anleitung zu werterhaltenden Maßnahmen erhalten, sodass Wartung und Pflege regelmäßig und korrekt durchgeführt werden.

b) *Lösungsansätze mit Fokus auf Sicherheit*

Zur Steigerung der Sicherheit in Classic Fahrzeugen könnte ein Sicherheitspaket angeboten werden, welches eine ausgewählte Menge an modernen Sicherheitskomponenten, wie Airbags und Antiblockiersystemen, neu verbaut oder durch Teile mit heutigem Stand der Technik ersetzt. Mit dem Einbau von Sensoren und Kameras könnten Systeme wie Park- und Abbiegeassistenten oder eine konstante Reifendruckkontrolle ermöglicht werden. Damit könnten Schäden am Fahrzeug in Folge von Unachtsamkeiten und Unfällen minimiert werden. Ein relevantes Sicherheitsdefizit besteht für ältere Fahrzeuge auch beim Diebstahlschutz, weshalb eine Diebstahlsicherung in Form einer Alarmanlage und verbesserten Schließenanlagen als Nachrüstung angeboten werden könnte.

c) *Lösungsansätze mit Fokus auf Komfort*

Neben den Schließenanlagen könnte auch der Schlüssel selbst modernisiert werden. Mit einem sogenannten Mobile Key könnte man Fahrzeuge mithilfe eines Smartphones auf- und verschließen, sowie zum Starten des Motors verwenden. Dies kann den Komfort bei der Nutzung des Fahrzeugs für technikaffine Kunden erhöhen. Um den Innenraum des Fahrzeugs komfortabler zu gestalten, können außerdem die Sitze und das Lenkrad mit moderner Technik, zum Beispiel einer Sitzkühlung oder der Bedienung des Infotainmentsystems über das Lenkrad, aufgewertet werden – mit speziellem Design zur Beibehaltung der Classic-Optik. Moderne Sitze können zusätzlich die Sicherheit durch angepasste Kopfstützen und besseren Seitenhalt erhöhen. Für besonders alte Modelle ohne Displays oder andere leuchtende

Bauteile könnte außerdem eine passende Innenbeleuchtung nachgerüstet werden, sodass bei Fahrten in Dunkelheit die Sicherheit und der Komfort erhöht werden.

d) *Erste Eingrenzung der Produktideen*

Zu den neun diskutierten Lösungsansätzen werden auf dem Miro Board jeweils das Problem, ein konkretisierter Lösungsansatz und die zu erwartenden Vorteile durch die genannte Lösung definiert. Darauf basierend wird eingeschätzt, wie relevant und machbar die Umsetzung der einzelnen Ideen sind. Durch die optischen Änderungen an Karosserie und Innenraum des Fahrzeugs, welche bei Oldtimern starken reguliert sind, werden die Ideen zur Erneuerung der Sitze und des Lenkrads, die Innenraumbeleuchtung und der Verbau von Kameras nicht weiter betrachtet. Der Montageaufwand für die Nachrüstung eines umfassenden Sicherheitspakets oder Diebstahlschutzes wird in Betrachtung des erwarteten Kundeninteresses als zu hoch eingeschätzt, ebenso wie die technische Umsetzung einer Predictive Maintenance App. Als relevante und umsetzbare Produktideen werden der Verbau von Reifendrucksensoren, die Entwicklung eines Mobile Keys und einer digitalen Betriebsanleitung bewertet.

3) *Priorisierung finaler Ideen*

Die Bewertung der entwickelten Ideen findet in enger Absprache mit dem Stakeholder statt. Die drei dabei ausgewählten und intensiv diskutierten Ideen werden anschließend anhand sechs Kriterien bewertet (siehe TABELLE I.), sodass eine finale Entscheidung der letztendlichen Produktidee stattfinden kann. Für die einzelnen Kategorien werden dabei Noten von null bis drei vergeben. Je geringer die dabei entstehende Summe pro Konzeptidee, desto besser.

a) *Eingriff am Fahrzeug*

Durch das Bewertungskriterium Eingriff am Fahrzeug soll abgebildet werden, inwiefern in den bestehenden Aufbau des Fahrzeugs eingegriffen werden muss, beziehungsweise wie stark das Fahrzeug durch die Konzeptidee modifiziert wird. Diese Modifikation sollte minimiert werden, um die Originaltreue und die damit verbundene H-Kennzeichen-Zulassung weiterhin zu gewährleisten. Von den drei zur Auswahl stehenden Ideen wäre der Grad des Eingriffs bei der Verwendung eines Mobile Keys am höchsten und damit auch am schlechtesten bewertet.

b) *Entwicklungsaufwand*

Unter Entwicklungsaufwand wird der Aufwand zur Erstellung der tatsächlichen Produktidee unabhängig vom Fahrzeug betrachtet. Da die Technik des Mobile Keys und die der Reifendruckkontrolle bereits existiert, sind diese im Vergleich zur tatsächlichen Neuentwicklung einer App weniger aufwendig und somit besser bewertet.

c) *Montageaufwand*

Im Gegensatz zum Entwicklungsaufwand zielt das Bewertungskriterium des Montageaufwands auf die Installation der Ideen am letztendlichen Fahrzeug ab. Während die Bestandteile des Mobile Key in die bestehende Fahrzeugtechnik und in die Türverkleidung integriert werden müssen, umfasst die Umsetzung der Reifendruckkontrolle lediglich das Anbringen eines kleinen Bauteils. Da die App ausschließlich mit dem Endgerät des Kunden interagiert, ist kein tatsächlicher Montageaufwand vorhanden.

TABELLE I. BEWERTUNGSKRITERIEN KONZEPTIDEEN

Kriterien	Konzeptideen		
	Mobile Key	Sensoren: Reifendruck- kontrolle	Digitale Betriebs- anleitung
Eingriff am Fahrzeug	2	1	0
Entwicklungsaufwand	2	1	3
Montageaufwand	2	1	0
Kundenrelevanz	2	1	1
Problemlösungsgrad	3	1	2
Skalierbarkeit	3	3	1
Summe	14	8	7

d) Kundenrelevanz

Mithilfe der Kundenrelevanz wird bewertet, inwieweit die Konzeptidee einen Kundenvorteil bietet. Da der Mobile Key am wenigsten mit den historischen Werten eines Porsche Classic Besitzers vereinbar zu sein scheint, wird hier eine schlechtere Bewertung herangezogen. Sowohl die Reifendruckkontrolle als auch die digitale Betriebsanleitung lassen jedoch einen spürbaren Mehrwert erwarten.

e) Problemlösungsgrad

Da die Ideen auf Basis der Problemstellungen entwickelt werden, muss auch berücksichtigt werden, inwiefern die Konzeptideen ein tatsächliches Problem lösen. Hierbei kann die Reifendruckkontrolle recht einfach einen großen Mehrwert hinsichtlich des Komforts und der Sicherheit bieten, während die digitale Betriebsanleitung zunächst wie ein zusätzliches Feature wirkt. Trotzdem können Kunden mithilfe der App werterhaltende Maßnahmen selbst durchführen, was Einfluss auf die Langlebigkeit des Fahrzeugs hat und dadurch auch zur Erhöhung der Sicherheit beiträgt. Da der Mobile Key lediglich einen modernen Komfortaspekt bedient, wird dieser hier mit drei bewertet.

f) Skalierbarkeit

Mit dem Bewertungskriterium der Skalierbarkeit wird überprüft, inwieweit sich die Lösung auf die verschiedenen Fahrzeugmodelle übertragen lässt. Die digitale Betriebsanleitung in Form einer App lässt sich hierbei gut auf weitere Fahrzeuge und Modellreihen anpassen, da lediglich der Inhalt überarbeitet werden muss. Im Gegensatz dazu erfordert das Einbauen eines Mobile Keys sowie die Anbringung eines Reifendruckensors eine individuelle Montage pro Fahrzeugmodell oder Derivat. Mithilfe der Bewertungskriterien kann die digitale Betriebsanleitung als finale Idee identifiziert werden, welche im folgenden Kapitel in Form eines Prototyps konzipiert wird.

V. PROTOTYPE – KONZEPTENTWICKLUNG EINER DIGITALEN BETRIEBSANLEITUNG

Für die, in der Ideate Phase entstandene und ausgewählte Idee einer digitalen Betriebsanleitung für Classic Fahrzeuge, wird in der Prototype Phase ein detailliertes Konzept entwickelt. Dabei werden alle drei herausgearbeiteten Problemstellungen aufgegriffen. Durch die digitale

Betriebsanleitung, welche Kunden bei kleinen Überprüfungen helfen soll. Dadurch wird die Langlebigkeit der einzelnen Teile und somit auch des gesamten Fahrzeugs verbessert. Darüber hinaus wird durch Prävention das Sicherheitsrisiko gemindert. Auch soll im Vergleich zur Betriebsanleitung auf Papier, die digitale Betriebsanleitung leichter zugänglich und Information visuell besser erklären können. Dadurch soll der Komfort des Kunden gesteigert werden, da die App als Tool dem Kunden unterstützend dienen soll. Um eine mögliche Umsetzung des Konzepts auch visuell darzustellen, wird ein interaktiver Prototyp mit der Interface Design Software Figma erstellt. Für die inhaltliche Ausgestaltung werden zunächst verschiedene Use Cases für die digitale Betriebsanleitung definiert, welche für Classic Kunden sinnvoll sind.

A. Identifikation und Definition Use Cases

Um geeignete Use Cases für die Classic Kunden und somit die Classic App zu identifizieren, hilft zunächst die Betriebsanleitung weiter. Diese bietet Informationen zur Bedienung einzelner Fahrzeugkomponenten, Wartung und Pflege des Wagens, Hinweise zur Pannenhilfe sowie technische Daten. Da die Betriebsanleitung ursprünglich bereits ab Auslieferung des Neuwagens konzipiert ist, sind Inhalte wie das korrekte Einfahren für Classic Fahrzeuge weniger relevant. Stattdessen wird der Fokus stärker auf Pflege und werterhaltende Maßnahmen gelegt. Für das Konzept werden daher einzelne, besonders interessante Anwendungsfälle herausgegriffen. Die drei ausgewählten Use Cases werden in einem nächsten Schritt in Zusammenarbeit mit erfahrenen Classic Spezialisten abgeklärt und im Folgenden erklärt.

1) Einlagerung

Unter der Einlagerung wird der Vorbereitungsprozess beschrieben, welches ein Fahrzeug durchläuft, um es für einen längeren Zeitraum stillzulegen. Classic Modelle werden meist im Winter eingelagert, um die Fahrzeuge vor Wetterbedingungen wie Nässe oder auch vor Streusalz zu schützen. Nach einer umfassenden Reinigung sollten beispielsweise Flüssigkeiten, wie Kraftstoff und Kältemittel, aufgefüllt und der Reifendruck erhöht werden. Je nach Lagerungszeit sind auch die Batterie auszubauen oder Zündkerzen zu demontieren. Wurden die relevanten Schritte vor der Stilllegung durchgeführt, kann das Fahrzeug im Frühjahr ohne große Wertminderung wieder in Betrieb genommen werden.

2) Motorölstand prüfen

Die Vorbereitung zur Messung des Motorölstands kann bei Porsche Fahrzeugen sehr stark variieren. Daher ist es wichtig, die Angaben in der Betriebsanleitung für das eigene Fahrzeug nachzulesen. Während einige Fahrzeuge einen Ölmesstab besitzen, befindet sich in anderen Varianten lediglich eine Anzeige im Kombiinstrument. Damit der Druck im Ölkreislauf und das Ölvolumen für die Messung geeignet sind, muss der Wagen in jedem Fall auf Betriebstemperatur eingefahren werden und während der Messung waagrecht stehen.

Nur wenn die in der Anleitung beschriebenen Aspekte beachtet werden, kann der Motorölstand korrekt abgelesen und daraufhin die passende Menge an Öl nachgefüllt werden. Wenn sich im Kreislauf weniger als die Minimal- oder mehr als die Maximalmenge an Öl befindet, kann es zu starken

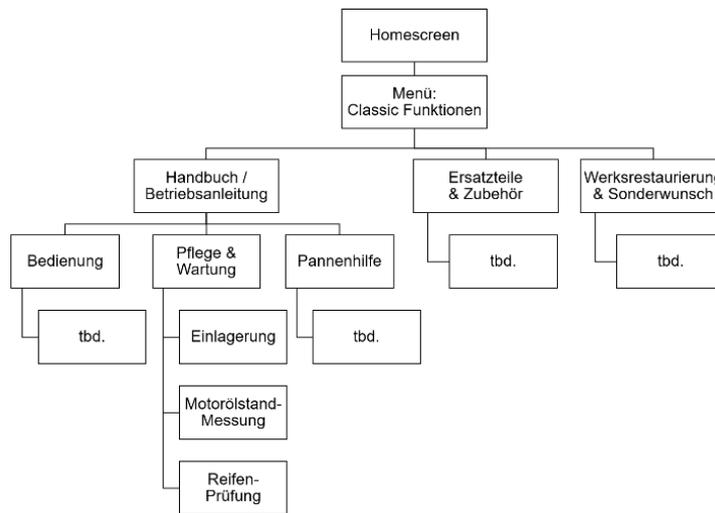


Abb. 2 Sitemap der App Architektur

Schäden am Fahrzeug kommen. Daher ist die korrekte Ölstandmessung für die Erhaltung des Fahrzeugs eine sehr relevante Maßnahme, die von den Kunden selbst durchgeführt werden könnte.

3) Reifenkontrolle

Mit der Reifenkontrolle kann ein wichtiger Beitrag zum sicheren Fahren geleistet werden. Dazu sollen die Reifen besonders vor längeren Ausfahrten oder nach der Einlagerung auf Druck, Profil und Alter kontrolliert werden. Wird ein gewisses Haftungs-niveau unterschritten, kann das Fahrzeug insbesondere bei nasser Fahrbahn und in Kurven außer Kontrolle geraten. Werden die Reifen regelmäßig überprüft und bei Bedarf ausgetauscht, erhöht sich die Sicherheit sowohl für die Insassen und weitere Verkehrsteilnehmer als auch für die unfallfreie Werterhaltung des Fahrzeugs.

B. App Design

Anhand der drei Use Cases wird nun im nächsten Schritt ein Konzept für die App der digitalen Betriebsanleitung zusammengestellt. Für Porsche Kunden existiert bereits eine Connected Car App namens „My Porsche“. Zur Übertragung von Informationen, wie des Kilometerstands oder des Reifendrucks, und Ausführung von Funktionen, wie dem Auf- und Abschließen des Fahrzeugs via App, sind allerdings bestimmte technische Voraussetzungen notwendig. Da in älteren Modellen Werte wie der Kilometerstand oder Reifendruck nicht digital übermittelt oder überhaupt automatisch gemessen werden, bietet die Nutzung der My Porsche App für Classic Fahrzeuge bisher wenig Mehrwert. Eine mögliche Umsetzung für die digitale Betriebsanleitung wäre daher, es als Feature in die bereits bestehende App zu integrieren. Vorteil davon ist, dass es eine zentrale Applikation für alle Kunden gibt. So kann gegebenenfalls sowohl für ein modernes, als auch ein älteres Modell dieselbe Anwendung genutzt werden. Für eine konsistente Optik passend zum Corporate Design wird der Prototyp mit dem Porsche Design System entworfen. Dieses enthält bereits abgestimmte User Interface (UI) Komponenten für digitale Produkte. Der Aufbau wird ebenso an den der My Porsche App angepasst, um das Konzept gegebenenfalls zu einem späteren Zeitpunkt einfacher in die App zu integrieren.

1) Architektur

In Abb. 2 ist der Aufbau der App als sogenannte Sitemap dargestellt: Nach dem Starten der Applikation befindet man sich auf dem Homescreeen. In der My Porsche App finden sich hier ein Bild des eigenen Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge sowie Shortcuts wichtiger Funktionen.

Dieser Screen wird unverändert als Ausgangspunkt verwendet, um das Feature einfacher integrieren zu können. Vom Homescreeen aus kommt man auf eine Menüansicht, von der aus zu drei thematisch relevanten Bereichen für Classic Fahrzeuge navigiert werden kann. Das Handbuch, welches im Fokus dieses Konzepts steht, soll Informationen zu verschiedenen Bauteilen und Wartungsmaßnahmen bereitstellen. Für den Prototypen wurden hier beispielhaft die drei ausgewählten Anwendungsfälle dargestellt. Gegliedert werden könnten weitere Unterpunkte analog zur bestehenden Betriebsanleitung nach Bedienung, Wartung und Pflege sowie nach Pannenhilfe. Diese Aufteilung kann je nach final ausgewählten Anwendungsfällen variieren. Neben der Betriebsanleitung ist das Finden von speziellen Ersatzteilen und Zubehör oder auch der Service einer persönlich abgestimmten Restauration für Classic Kunden relevant. Diese können für eine umfassende Abdeckung der Kundeninteressen ebenfalls in der App abgebildet werden.

2) Medieneinsatz

Das Handbuch soll das Nachschlagen und Lernen für Kunden zugänglich und verständlich gestalten. Bei der Entwicklung einer digitalen Anwendung ist neben der festgelegten Architektur auch besonders die Gestaltung und der Medieneinsatz von Bedeutung. Anstatt einer direkten Übertragung der schriftlichen Betriebsanleitung, wie sie in ausgedruckter Form in jedem Fahrzeug ausgeliefert wird, bietet es sich an, exklusiv digitale Medien wie Video und Audio einzubinden. In den drei definierten Anwendungsfällen werden daher bewusst verschiedene Darstellungsformen gewählt, siehe Abb. 3: Die Einlagerung wird aufgrund ihrer Menge an einzelnen Sub-Tätigkeiten als interaktive Checkliste beschrieben. So können die meist bekannten Punkte nacheinander ausgeführt und als erledigt markiert werden. Das Messen des Motorölstands wird hingegen als kurzes Video dargestellt. Je nach Fahrzeug kann sich die Ausführung unterscheiden. Damit diese auch bei hoher Komplexität nur anhand der Anleitung machbar ist,

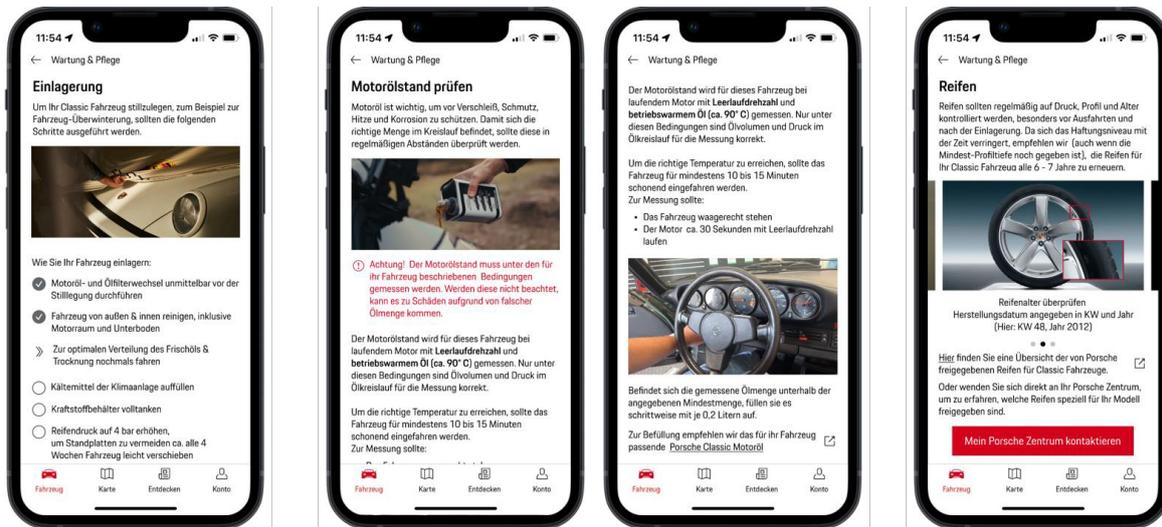


Abb. 3 Konzept: Medieneinsatz der Anwendungsfälle

helfen detaillierten Aufnahmen von Zuständen und Bewegungen. Die Reifen-Prüfung wird mit Hilfe von Bildern dargestellt, da der Sachverhalt wenig komplex ist, dafür die Details und deren Position relevant sind.

VI. TEST - AUSBLICK

Mit einem ersten Design Prototypen würde im fünften Schritt des Design Thinking Prozesses das Konzept der digitalen Betriebsanleitung getestet werden. Dazu müssten zunächst die drei definierten und dargestellten Anwendungsfälle auf ihre technische Machbarkeit in Bezug auf Produktion des Bild- und Videomaterials sowie Zuordnung zu den einzelnen Modellausprägungen erprobt werden. Inhaltlich sollte das Konzept von Fachexperten überprüft und daraufhin hinsichtlich des Aufbaus und der Darstellung von ausgewählten Testpersonen getestet werden. Damit können verschiedene Aspekte der User Experience, wie die passenden Inhalte und Funktionen, aber auch die Navigation und die Bedienbarkeit bewertet werden. Wird das Konzept aufgrund der Tests für umsetzbar empfunden, kann die in Kapitel V.B angesprochene, mögliche Integration in die My Porsche App stattfinden. Nach einer fachlichen Abstimmung zwischen den unternehmensinternen Bereichen von Porsche Classic und der App Entwicklung, kann die Umsetzung der Inhalte in der bestehenden Applikation auch von technischen Experten sichergestellt werden, bevor eine tatsächliche Entwicklung des Features stattfindet.

VII. KRITISCHE REFLEXION

Um einen Überblick über die entwickelte Vorgehensweise und die Produktidee zu bekommen, kann durch Kundeninterviews sowohl Feedback als auch eine erste Abschätzung über die korrekte Ansprache der Kundengruppe erlangt werden. So ist die digitale Betriebsanleitung für Kunden ist Zukunft sicherlich relevant. Es muss jedoch überprüft werden, inwieweit die aktuelle Kundengruppe digitale Hilfsmittel wie Apps im Alltag verwendet. Nur dann kann sichergestellt werden, dass die digitale Betriebsanleitung auch für die derzeitigen Porsche Classic Kunden relevant ist und sowohl den Kunden als auch für dem Unternehmensbereich Porsche Classic einen Mehrwert bietet. Bei der Gestaltung des Inhalts mit Fachexperten im Umfang des vorliegenden Papers wird außerdem ersichtlich,

dass eine hohe Variantenvielfalt an Bauteilen und Prozessschritten existiert. Da auch das Bild- und Videomaterial alle Varianten einschließen muss, ist die Skalierbarkeit des Konzepts vermutlich schlechter zu bewerten als ursprünglich in Kapitel IV.B.3) angenommen. Die Generierung und die Zuordnung ist durch die vorhandenen schriftlichen Betriebsanleitungen, sowie mit Hilfe von Experten dennoch möglich.

VIII. FAZIT

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Produktidee digitale Betriebsanleitung großes Potenzial bietet. Durch die Aufklärung der Kunden und die visuelle Anleitung sollen diese, kleine Checks am Fahrzeug selbst regelmäßig durchführen. Dies trägt dazu bei, dass die Sicherheit des Fahrzeuges und somit auch der Insassen erhöht wird. Gleichzeitig wird damit die Langlebigkeit der Fahrzeuge gesteigert. Die digitale Einbindung der Kunden soll zusätzlich für mehr Komfort sorgen. Weiterhin muss jedoch die Relevanz für die aktuelle Kundengruppe überprüft werden. Abschließend stellt sich in Bezug auf die hier ausgearbeitete Konzeptidee die Frage, inwiefern sich die moderne Technologie in Form einer App mit den Vorstellungen der Porsche Classic Kunden vereinbaren lässt.

LITERATUR

- [1] T. Brown, "Design Thinking," *Harvard Business Review*, vol. 86, pp. 1–10, 2008.
- [2] R. Franken and S. Franken, *Wissen, Lernen und Innovation im digitalen Unternehmen: Mit Fallstudien und Praxisbeispielen*, 3rd ed. Wiesbaden: Springer Gabler, 2023.
- [3] H. Plattner, C. Meinel, and L. Leifer, *Design Thinking Research: Making Distinctions: Collaboration versus Cooperation*. Cham: Springer, 2018.
- [4] d.school, *An Introduction to Design Thinking: Process Guide*. [Online]. Available: <https://web.stanford.edu/~mshanks/MichaelShanks/files/509554.pdf>
- [5] D. R. A. Schallmo and K. Lang, *Design Thinking erfolgreich anwenden: So entwickeln Sie in 7 Phasen kundenorientierte Produkte und Dienstleistungen*, 2nd ed. Wiesbaden: Springer Gabler.
- [6] R. F. Dam and T. Y. Siang, *Introduction to the Essential Ideation Techniques which are the Heart of Design Thinking*. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/article/introduction-to-the-essential-ideation-techniques-which-are-the-heart-of-design-thinking> (accessed: Jul. 5 2023).
- [7] L. R. Murphy, S. R. Daly, and C. M. Seifert, "Idea characteristics arising from individual brainstorming and design heuristics ideation methods," *International Journal of Technology and design Education*, vol. 33, pp. 337–378, 2022.

Konzept eines sicheren IoT-Campus zur Steigerung der Produktivität

Manuel Gulz
W&W Informatik GmbH
Kornwestheim
wi20121@lehre.dhbw-stuttgart.de

Aaron Lust
W&W Informatik GmbH
Kornwestheim
wi20188@lehre.dhbw-stuttgart.de

Julia Zuch
Landesbausparkasse Südwest
Stuttgart
wi20001@lehre.dhbw-stuttgart.de

Abstract — Dieser Artikel beschreibt Ideen für ein Konzept zur Verbesserung des Bosch Campus in Berlin. Dabei wird eine technologiegetriebene Campusumgebung konzipiert, die Sensoren, Datenanalytik, Anomalieerkennung und Prognosen einsetzt, um verschiedene Aspekte im Unternehmen zu verbessern. Der Schwerpunkt liegt auf mehreren praktischen Anwendungsbereichen innerhalb des Smart Campus, einschließlich der Parkhausoptimierung, des Stoßzeitenmanagements, des Roof Gardens, der Küchennutzung und der Arbeitsplatzoptimierung. Jeder dieser Anwendungsfälle wird unter Berücksichtigung der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) untersucht. Der Smart Campus kann durch den Einsatz von Anomalieerkennung und prädiktiven Analysemethoden die Ressourcenverteilung verbessern, Benutzererlebnisse optimieren und zur Nachhaltigkeit beitragen.

Keywords — Smart Campus Konzept, Sensortechnologie, Anomalieerkennung, technologiegetriebene Campusumgebung, Steigerung der Mitarbeiter*innen Zufriedenheit

I. EINLEITUNG

In den letzten Jahren haben die Corona-Krise und andere herausfordernde Ereignisse eine Zeit der Unsicherheit eingeleitet und Unternehmen gezwungen, ihre bisherigen Strategien anzupassen. Die Unternehmen mussten flexibler werden, neue Arbeitsmodelle einführen und digitale Technologien nutzen, um den Anforderungen des sich wandelnden Marktes gerecht zu werden und ihre Widerstandsfähigkeit zu stärken. Die Unternehmen standen vor neuen Herausforderungen und mussten sich schnell anpassen, um in dieser neuen Realität erfolgreich zu sein. Sie erkannten, dass sie neue Wege finden mussten, um effizienter, nachhaltiger und sozial verantwortlicher zu handeln. In diesem turbulenten Umfeld gewann die Idee des Smart Campus an Bedeutung. Die Idee geht über herkömmliche Konzepte hinaus und nutzt innovative Technologien und intelligente Systeme, um eine ganzheitliche Optimierung des Unternehmens zu ermöglichen. Im Mittelpunkt steht die Verbesserung der Organisationsstruktur, die Förderung der Nachhaltigkeit sowie die Stärkung des sozialen Zusammenhalts und des Wohlbefindens der Mitarbeiter*innen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Entwicklung eines Konzepts zur Digitalisierung des Bosch-Standorts (IoT Campus Berlin) angestrebt. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Optimierung der Produktivität durch den gezielten Einsatz modernster Technologien.

Das in dieser Ausarbeitung beschriebene Konzept berücksichtigt insbesondere folgende Fragestellungen:

- Wie kann die Umgebung gesteuert werden, damit das Wohlbefinden gesteigert wird?
- Wie können unterschiedliche Gruppen von Personen (Mitarbeiter*innen, Gäste, Besucher*innen) vom digitalen Campus profitieren?
- Können künstliche Intelligenzen bei Alltagsproblemen helfen?

II. SMART CAMPUS

In diesem Kapitel wird das Konzept des Smart Campus genauer untersucht und dessen Relevanz und Anwendung erläutert.

A. Definition

Der Begriff "smart" findet in verschiedenen Bereichen Anwendung, insbesondere wenn es darum geht, die Fähigkeit eines Objekts zu beschreiben, intelligentes Verhalten zu zeigen [1]. Ursprünglich wurde der Begriff für Mobiltelefone eingeführt und beherrschte den Markt als Schlüsselwort [2]. In Bezug auf Telefone wird das Adjektiv "smart" verwendet, um die eingebaute Intelligenz zu betonen, die eine Vielzahl von Aktivitäten im täglichen menschlichen Leben durch verschiedene Dienste unterstützt. Der Begriff "smart" umfasst nicht nur die Beschreibung der Fähigkeiten einzelner Objekte, sondern bezieht auch andere Bereiche des Lebens mit ein, wie beispielsweise Smart City oder Smart Campus. Es handelt sich hierbei um ein erweitertes Konzept, das über die bloße Intelligenz eines einzelnen Gegenstandes hinausgeht [1].

Der Begriff "Smart Campus" ist bisher noch nicht einheitlich definiert worden und seine Bedeutung variiert je nach Forschungskontext. Verschiedene Forschende, die sich mit der Entwicklung eines intelligenten Campus beschäftigt haben, schlugen unterschiedliche Ansätze zur Definition dieses Begriffs vor [1]. Nach einem Ansatz ist ein Smart Campus ein Trend, der sich aus der Entwicklung eines digitalen Campus [3] durch die Nutzung geeigneter Technologien und die Bereitstellung von Diensten über das Internet [5] unter Verwendung von IoT-Diensteanbietern [6] und Cloud-Computing zur Integration isolierter Systeme [4] ergibt. Der IoT-Dienst wird durch die Umwandlung gewöhnlicher Objekte in intelligente Objekte durch Hinzufügen von Sensoren [7] und einer umfassenden Intelligenz zur Unterstützung von Entscheidungen in einer Campus-Umgebung [8] aufgebaut. Ein intelligenter Campus nutzt moderne Technologien, um verschiedene Nutzer bei der Ausführung verschiedener Aufgaben in multifunktionalen Gebäuden zu unterstützen [9].

Ein Smart Campus kann sich auf die Verbesserung der Organisationsstruktur, die Förderung der Nachhaltigkeit und die

Stärkung des sozialen Zusammenhalts und des Wohlbefindens der Mitarbeiter*innen fokussieren. Im Bereich der Organisationsstruktur setzt der Smart Campus auf fortschrittliche Tools und Automatisierungstechnologien, um effiziente Arbeitsabläufe und eine klare Kommunikation zu gewährleisten. Durch die Verbesserung interner Prozesse und die Nutzung intelligenter Datenanalysen können Entscheidungsprozesse und Ressourcenverteilung optimiert werden. Dies schafft ein flexibles und agiles Arbeitsumfeld, das Innovationen fördert und es dem Unternehmen ermöglicht, sich an die sich ständig ändernden Marktbedingungen anzupassen. Ein weiterer Schwerpunkt eines Smart Campus ist die Nachhaltigkeit. Er fördert umweltfreundliche Praktiken und setzt auf Energieeffizienz. Mithilfe von Sensoren, intelligenten Gebäudemanagementsystemen und fortschrittlicher Datenanalyse überwacht der Campus den Energieverbrauch, um den Ressourcenverbrauch zu minimieren und die ökologische Nachhaltigkeit zu fördern. Damit trägt er nicht nur zur Entlastung der Umwelt bei, sondern stärkt auch das Image des Unternehmens. Darüber hinaus legt der Smart Campus großen Wert auf den sozialen Aspekt. Er schafft ein integratives und kollaboratives Umfeld, in dem die Mitarbeiter*innen ihr volles Potenzial entfalten können. Das Arbeitsumfeld wird durch den Einsatz von intelligenten Arbeitsbereichen, Mitarbeiter*innen-Feedback-Systemen und digitalen Plattformen, die den Austausch und die Zusammenarbeit fördern, positiv beeinflusst. Zusätzlich können die Mitarbeiter*innen von verschiedenen Dienstleistungen und Annehmlichkeiten profitieren, die ihre Arbeitserfahrung verbessern und ihr Wohlbefinden fördern.

B. Datenschutz

Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ist eine umfassende Datenschutzregulierung, die von der Europäischen Union (EU) erlassen wurde und weitreichende Auswirkungen auf die Verarbeitung personenbezogener Daten hat. Sie gilt für alle Organisationen, einschließlich Unternehmen, gemeinnützige Organisationen und öffentliche Einrichtungen, die personenbezogene Daten von EU-Bürgerinnen und -Bürgern sammeln, verarbeiten oder speichern - unabhängig von ihrem geografischen Standort.

Die Robert Bosch GmbH, ein global tätiges Unternehmen, ist daher verpflichtet, die Bestimmungen der DSGVO einzuhalten. Gemäß Artikel 6 Absatz 1 der DSGVO ist die Verarbeitung personenbezogener Daten rechtmäßig, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- Die Einwilligung der betroffenen Person liegt vor.
- Die Verarbeitung ist zur Vertragserfüllung oder vorvertraglichen Maßnahmen notwendig.
- Sie dient der Erfüllung rechtlicher Verpflichtungen.

Die Robert Bosch GmbH muss sicherstellen, dass die Verarbeitung der Daten von Mitarbeiter*innen in Übereinstimmung mit den in Artikel 5 der DSGVO festgelegten Grundsätzen erfolgt:

- **Rechtmäßigkeit der Verarbeitung:** Die Verarbeitung personenbezogener Daten erfordert eine rechtmäßige, faire und transparente Vorgehensweise.

- **Zweckbindung:** Personenbezogene Daten müssen für spezifische, ausdrückliche und legitime Zwecke erhoben werden und dürfen nicht in einer Art und Weise verarbeitet werden, die mit diesen Zwecken unvereinbar ist.
- **Datenminimierung:** Die Angemessenheit, Relevanz und Begrenzung personenbezogener Daten auf das für die Verarbeitungszwecke erforderliche Maß ist notwendig.
- **Speicherbegrenzung:** Die Speicherung personenbezogener Daten sollte auf eine Weise erfolgen, die eine Identifizierung der betroffenen Personen nur so lange ermöglicht, wie es für die jeweiligen Verarbeitungszwecke erforderlich ist.
- **Integrität und Vertraulichkeit:** Die Daten müssen in einer Weise verarbeitet werden, die eine angemessene Sicherheit gewährleistet, einschließlich des Schutzes vor unbefugter oder unrechtmäßiger Verarbeitung und vor versehentlichem Verlust, Zerstörung oder Schaden.
- **Rechenschaftspflicht:** Die für die Verarbeitung Verantwortlichen müssen nachweisen können, dass sie diese Grundsätze einhalten.

Zusätzlich zu diesen Grundsätzen berücksichtigt die DSGVO auch spezielle Anforderungen, einschließlich der Rechte der Mitarbeiter*innen auf Zugang, Berichtigung, Löschung und Übertragbarkeit ihrer Daten sowie das Recht auf Widerspruch gegen die Verarbeitung ihrer Daten (Artikel 15 DSGVO). Um die Einhaltung dieser Grundsätze zu gewährleisten und die Rechte der betroffenen Personen zu schützen, müssen angemessene technische und organisatorische Maßnahmen getroffen werden [10].

III. ANOMALIEERKENNUNG

Dieser Abschnitt widmet sich dem Thema Anomalieerkennung. Im Anschluss wird ein Ansatz vorgestellt, der diese in Verbindung mit Zukunftsprognosen nutzt, um die Infrastruktur des Bosch Campus Berlin zu optimieren.

A. Definition

Die Anomalieerkennung bezieht sich auf den Prozess der Identifizierung von Ausreißern oder Abweichungen, die eine signifikante Abweichung von normalen Aktivitäten darstellen und auf verdächtige Aktivitäten hinweisen können. Sie besteht aus drei Hauptkomponenten:

- **Punktanomalien:** Sie treten zufällig als Fluktuation oder Unregelmäßigkeit an einem Datenpunkt auf, ohne dass eine besondere Interpretation vorliegen muss.
- **Kollektive oder Gruppenanomalien:** Diese Anomalien beschreiben ein abnormales Verhalten einer Gruppe von Datenpunkten. Selbst wenn die isolierten und individuellen Punkte als normal betrachtet werden können, kann ihr gemeinsames Auftreten auf eine bestimmte Art und Weise, die durch das Problem definiert ist, anomal sein.
- **Kontextuelle Anomalien:** Diese beziehen sich auf das Problem der Identifizierung von Anomalien unter spezifischen Bedingungen.

Die Datenpunkte werden dabei durch kontextuelle Merkmale und Verhaltensmerkmale beschrieben. Die kontextuellen Merkmale sind in der Regel Zeit und Raum. Wenn die Verhaltensattribute eines Datenpunktes im Verhältnis zu den Verhaltensattributen der Datensubmenge, die dieselben oder ähnliche kontextuelle Attribute aufweist, als ungewöhnlich angesehen werden, wird der entsprechende Datenpunkt als kontextuelle Anomalie klassifiziert [11] [12].

B. Prognose

Die Anomalieerkennung kann genutzt werden, um ein Prognosemodell zu erstellen. Diese Technik ermöglicht es, abnorme Muster oder Datenpunkte innerhalb eines Datensatzes zu identifizieren, die signifikant von der Norm abweichen.

Die Vorhersage von Ereignissen basiert auf der Annahme, dass Anomalien oft Vorläufer oder Indikatoren für signifikante Ereignisse oder Veränderungen sind. Darüber hinaus kann sie dazu beitragen, Trends oder Muster in Daten zu erkennen, die sonst möglicherweise übersehen werden würden. Diese Erkenntnisse können dann dazu genutzt werden, Modelle zu erstellen und zu verfeinern, die eine genauere Prognose von Ereignissen oder Zuständen ermöglichen.

Es ist wichtig zu bedenken, dass die Anomalieerkennung und die Prognose immer nur so gut sind wie die Daten, auf denen sie basieren. Die sorgfältige Auswahl, Aufbereitung, Analyse und Interpretation der Daten sind daher entscheidend, um genaue Prognosen zu erstellen. Der Ansatz des maschinellen Lernens eignet sich besonders, um kurzfristige Anomalien in Echtzeit zu erkennen [13] [14].

C. Anwendungsfälle

In den folgenden Abschnitten werden das erarbeitete Konzept und fünf verschiedene Anwendungsfälle präsentiert, die sich jeweils darauf konzentrieren, die Zufriedenheit und damit verbunden die Produktivität der Mitarbeiter*innen auf dem Bosch Campus zu steigern. Bei der Ausarbeitung dieses Ansatzes wird die Einhaltung der Grundsätze der Datenschutz-Grundverordnung gewährleistet.

1) Allgemeines Konzept

Die Anwendungsfälle lassen sich mithilfe eines ganzheitlichen Konzeptes umsetzen. Das Konzept beinhaltet Schritte, die unabhängig vom Anwendungsfall angewandt werden sollten. Die konkrete Umsetzung der Schritte variiert je nach Anwendungsfall, wobei gegebenenfalls spezifische Abweichungen beachtet werden müssen.

Das Konzept besteht aus einem Ablauf, der die folgenden Schritte umfasst:

- 1) **Erstellen eines Prototyps:** Als erstes sollte ein Prototyp mit möglichst repräsentativen Daten erstellt werden, um die Parameter fest zu definieren und die erwarteten Ergebnisse zu prüfen.
- 2) **Installation der Sensoren:** Es müssen vom Anwendungsfall abhängige Sensoren und Schnittstellen installiert bzw. angebunden werden. Sie liefern Daten, welche der Realität entsprechen.
- 3) **Datenerfassung:** Die von den Sensoren und Schnittstellen gesammelten Daten werden überwacht und in einem geeigneten Datenmanagementsystem gespeichert.

- 4) **Datenanalyse:** Es muss ein System zur Anomalieerkennung entwickelt werden, das Techniken des maschinellen Lernens verwendet, um Anomalien und Muster zu erkennen. Es muss erweitert werden, um eine Prognose über den Verlauf treffen zu können.
- 5) **Benachrichtigungs- und Darstellungssystem:** Benutzer*innen sollten gegebenenfalls über erkannte Anomalien informiert werden. Hier kann abhängig vom Anwendungsfall ein Tool zur Darstellung der gesammelten Daten und der Prognose erstellt werden. Dies könnte beispielsweise in Form einer Webseite oder einer mobilen Applikation sein.
- 6) **Anwendungsfall optimieren:** Basierend auf den Ergebnissen der Anomalieerkennung kann ein Handlungsbedarf zur Optimierung oder Anpassung des Anwendungsfalles abgeleitet werden. Durch die Anpassung des Anwendungsfalles soll ein Mehrwert für Beteiligte geschaffen werden.
- 7) **Fortlaufende Überwachung und Verbesserung:** Das System überwacht kontinuierlich die Daten, während der Prozess der Datenanalyse und Optimierung regelmäßig wiederholt wird. Da die äußeren Einflüsse der Anwendungsfälle sich verändern oder angepasst werden, ist eine regelmäßige Aktualisierung des Systems ratsam, um sich den äußeren Einflüssen anzupassen und eine kontinuierliche Verbesserung gewährleisten zu können.

Während die ersten fünf Schritte sequenziell und einmalig durchgeführt werden, wiederholen sich die Schritte 6 und 7 regelmäßig, um die Aktualität und Qualität der Ergebnisse zu gewährleisten.

2) Parkhaus

Das Ziel dieses Anwendungsfalles besteht darin, die Auslastung der Parkhäuser zu optimieren und den Mitarbeiter*innen die Möglichkeit zu geben, einzuschätzen, ob es je nach Situation sinnvoll ist, mit dem Auto zur Arbeit zu fahren. Hierfür soll einerseits die Auslastung der Parkhäuser analysiert und andererseits Vorhersagen zur erwarteten Auslastung an verschiedenen Tagen getroffen werden. Um dies zu erreichen, werden im Folgenden die benötigten Komponenten aufgeführt.

Zunächst werden entweder Kamerasensoren oder Lichtschranken benötigt, um die Belegung der Parkplätze zu erfassen und zu überwachen. Diese Sensoren ermöglichen eine Echtzeitüberwachung der Parkbereiche und liefern präzise Informationen über die Auslastung. Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist ein Datenmanagementsystem. Es dient dazu, die erfassten Daten zu speichern und einen schnellen Zugriff darauf zu ermöglichen. Ein effizientes Datenmanagement ermöglicht die Erstellung detaillierter Nutzungsberichte und die Durchführung von Analysen. Für eine zuverlässige Prognose der Parkhausauslastung ist ein System zur Anomalieerkennung unerlässlich. Dieses System benötigt umfangreiche Daten, die sowohl die Auslastung als auch bpsw. das Wetter umfassen. Die Wettervorhersage ist dahingehend ein wichtiger Faktor, da regnerische und stürmische Tage die Bereitschaft der Mitarbeiter*innen, im Home-Office zu arbeiten, beeinflussen können.

Durch die Analyse dieser Informationen lernt das System, wie sich ein typischer Betrieb des Parkhauses verhält. Auf dieser Grundlage kann es Unregelmäßigkeiten erkennen und Prognosen mit höherer Zuverlässigkeit treffen. Das Anomalie-Erkennungssystem ermöglicht außerdem die frühzeitige Erkennung möglicher Engpässe oder Spitzenzeiten.

3) *Stoßzeiten*

Dieser Anwendungsfall soll den Mitarbeiter*innen ermöglichen, Verzögerungen auf dem Arbeitsweg zu vermeiden und ihre Fahrtzeiten zu reduzieren. Dazu werden Verkehrs- und Wetterinformationen ausgewertet, um eine Prognose zu erstellen, wann mit welchem Verkehrsaufkommen zu rechnen ist. Das Wetter ist bspw. relevant, da es die Entscheidung der Menschen beeinflusst, zu Hause zu bleiben oder zur Arbeit zu fahren. Für diesen Anwendungsfall werden folgende Komponenten benötigt.

Zunächst werden APIs benötigt, um Verkehrs- und Wetterinformationen bereitzustellen. Hierfür können „OpenWeatherMap“ und die Javascript-API von Google Maps genutzt werden. Zusätzlich hierzu wird ein Datenmanagementsystem benötigt. Es dient dazu, die erfassten Daten zu speichern und zu verwalten. Durch ein effizientes Datenmanagement können die gesammelten Informationen schnell abgerufen und analysiert werden. Ein weiteres entscheidendes Element ist das System zur Anomalieerkennung. Dieses System erfasst umfangreiche Daten, indem es die bereitgestellten Informationen analysiert. Es lernt aus diesen Informationen, wie sich typische Stoßzeiten und Bedingungen, unter denen der Verkehr verstärkt auftritt, verhalten. Basierend auf diesem Wissen kann das System Abweichungen erkennen und zuverlässige Prognosen erstellen. Das System zur Anomalieerkennung ermöglicht eine frühzeitige Identifizierung von Abweichungen im Verkehrsaufkommen. Es erkennt ungewöhnliche Muster und kann Spitzenzeiten oder Verzögerungen vorhersagen. Aufgrund seines erlernten Wissens trägt das System dazu bei, Prognosen mit höherer Zuverlässigkeit zu erstellen. Damit auch die Gäste Zugang zu diesen Informationen haben, wird empfohlen, in der Lobby eine digitale Anzeige mit der Prognose der kommenden Tage anzubringen.

4) *Küchen*

Das Ziel dieses Anwendungsfalles ist es, die Nutzung der Küchen und der Geräte darin zu optimieren. Hierfür müssen diese beobachtet und anschließend analysiert werden. Es soll eine Prognose über die Nutzung der Küchen in der nahen Zukunft getroffen werden können.

Für die Erhebung der Daten müssen Parameter und Sensoren gewählt werden. Um die Gerätenutzung zu messen, bieten sich digitale Strommessgeräte wie beispielsweise Shellys an. Diese können vor die Endgeräte in der Küche geschaltet werden, um deren Stromverbrauch zu messen und zu übertragen. Durch einen erhöhten Verbrauch lässt sich dann auf die Nutzung der Geräte schließen. Eine Anbindung an den Anwendungsfall der Gebäudeauslastung ist ratsam, da zwischen der Nutzung der Küchen und der Gesamtauslastung der Gebäude ein Kausalzusammenhang besteht. Je stärker die Gebäude ausgelastet sind, desto mehr werden die Küchen genutzt. Des Weiteren soll es Mitarbeiter*innen möglich sein, mithilfe einer Planungsfunktion ihre geplanten Nutzungszeiten und verwendeten Geräte festzuhalten. Eine Integration in gängig genutzte Software wie beispielsweise in die Buchungsfunktion des Dachgrills oder in Microsoft Outlook ist hierfür geeignet.

Alle gesammelten Informationen müssen in ein Datenmanagementsystem gespeichert und strukturiert werden. Um die Nutzung der Küchen optimieren zu können, müssen sowohl die Informationen über die aktuelle Auslastung der Küchen und Geräte als auch eine Prognose über die nahe Zukunft leicht zugänglich angezeigt werden. Dies sollte auf derselben Plattform stattfinden, über welchen Mitarbeiter*innen ihre geplanten Zeiten festhalten können. Auswertung und Prognose müssen nahezu in Echtzeit durchgeführt werden, um den Mitarbeiter*innen aktuell relevante Informationen bereitzustellen zu können. Damit auch Gäste Zugriff auf die Informationen haben, wird empfohlen, vor den Küchen eine digitale Anzeige mit allen relevanten Informationen vor Ort kurzfristig die Planungsfunktion nutzen zu können.

Es ist zu erwarten, dass die Ergebnisqualität und der Mehrwert dieses Anwendungsfalles stark von der Benutzung der Planungsfunktion und der bereitgestellten Informationen der Mitarbeiter*innen abhängen. Es wird empfohlen, die Nutzung während des Prototyps aktiv zu fördern und zu bewerben, um repräsentative Testergebnisse zu bekommen. Auch nach der Veröffentlichung der Funktionalität sollte Wert auf die Bekanntheit unter den Mitarbeiter*innen gelegt werden.

5) *Arbeitsplatzoptimierung*

Das vorrangige Ziel der Arbeitsplatzoptimierung besteht darin, die Qualität und Effizienz des Arbeitsumfelds signifikant zu verbessern. Durch diese Verbesserungen wird das gesamte Arbeitserlebnis für die Mitarbeiter*innen aufgewertet, was wiederum zu einer gesteigerten Zufriedenheit und Produktivität führt.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine Sensortechnologie eingesetzt. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf Sensoren zur Überwachung der Raumauslastung und der Luftqualität. Diese Geräte erzeugen dauerhaft Daten, die es ermöglichen, gezielte Verbesserungen bei der Raumplanung und Ressourcenallokation vorzunehmen. So können beispielsweise mithilfe der Daten aus den Sensoren Arbeitsplätze effektiver verteilt werden. Über eine interne Website können die aktuelle Raumauslastung und Prognosen für den weiteren Tagesverlauf abgerufen werden. Auch externe Mitarbeiter*innen sollen Zugang zur Webseite erhalten, um ihnen einen optimalen Arbeitsplatz zu ermöglichen. Zusätzlich geben die erhobenen Daten zur Luftqualität Aufschluss darüber, wann die Aktivierung der Klimaanlage notwendig ist, um die Arbeitsluftqualität zu verbessern. Auf diese Weise wird zur Schaffung einer angenehmen und gesundheitsfördernden Arbeitsatmosphäre beigetragen.

Im Rahmen der Arbeitsplatzoptimierung wird angestrebt, ein Arbeitsumfeld zu schaffen, in dem sich die Mitarbeiter*innen wohl und wertgeschätzt fühlen. Eine solche Umgebung kann die Zufriedenheit der Mitarbeiter*innen steigern und somit zu einer höheren Produktivität und einem besseren Betriebsklima beitragen. Die Implementierung von Sensortechnologien und Anomalieerkennung bietet eine vielversprechende Möglichkeit, den Arbeitsplatz der Zukunft zu gestalten und kontinuierlich weiterzuentwickeln.

6) *Roof Garden*

Das Ziel in diesem Anwendungsfall ist es, durch den Einsatz von Sensortechnologie und Anomalieerkennung die Gesundheit der Pflanzen in den Dachgärten zu verbessern, die Pflege zu optimieren und Ressourcen effizient einzusetzen.

Durch den Einsatz von Sensoren können stündlich wichtige Daten wie Lichtverhältnisse, Bodenfeuchtigkeit, Nährstoffgehalt und Temperatur gemessen werden. Es gibt Sensoren, die alle benötigten Daten messen können. Zusätzlich zur Sensorik kann auch hier die API von „OpenWeatherMap“ eingebunden werden, um mithilfe der Wetterdaten die Bewässerungsplanung zu optimieren. Wenn beispielsweise Regen in den nächsten Stunden erwartet wird, kann auf zusätzliche Bewässerung verzichtet werden und stattdessen das natürliche Regenwasser genutzt werden. Durch diese Vorgehensweise können Wasserressourcen effizient eingesetzt und dennoch eine optimale Versorgung der Pflanzen sicherstellt werden.

Um den Pflegeaufwand zu minimieren und gleichzeitig die Gesundheit der Pflanzen sicherzustellen, kann ein Benachrichtigungssystem implementiert werden. Dieses informiert die verantwortlichen Personen über verschiedene Kanäle, wenn eine Bewässerung notwendig ist. Für eine transparente Darstellung der Daten und eine einfache Planung der Pflegemaßnahmen kann eine Webseite angeboten werden. Diese könnte die Daten der letzten sieben Tage anzeigen und bei der Planung der Pflegemaßnahmen und der Überwachung der Gesundheit des Gartens unterstützen.

Insgesamt ermöglicht der Einsatz von Sensortechnologie und Vorhersagen in diesem Anwendungsfall eine effiziente und zielgerichtete Pflege der Dachgärten. Durch die ständige Überwachung der wichtigsten Parameter wird die Gesundheit der Pflanzen sichergestellt bei gleichzeitiger Ressourcenschonung.

7) DSGVO

Die Anwendungsfälle "Roof Garden", "Küchen" und "Stoßzeiten" nutzen ausschließlich nicht-personenbezogene Daten. Die verwendeten Sensoren sammeln lediglich Daten über Pflanzen und Küchengeräte.

a) Arbeitsplatzoptimierung

Die eingesetzten Sensoren zur Bestimmung von Raumauslastung und Luftqualität werden so konfiguriert und platziert, dass eine Identifikation einzelner Personen oder die Sammlung persönlicher Daten ausgeschlossen ist. Die gesammelten Daten sind ausschließlich für die Arbeitsplatzoptimierung relevant und werden nur so lange gespeichert, wie es für diesen Zweck nötig ist.

b) Parkhaus

Für den Anwendungsfall Parkhaus gibt es zwei Möglichkeiten, die Auslastung zu erfassen: durch Lichtschranken oder durch Kamerasensoren. Wenn Lichtschranken verwendet werden, fallen die erhobenen Daten nicht unter die DSGVO.

Jedoch können bei der Verwendung von Kamerasensoren zur Überwachung der Parkplätze personenbezogene Daten erfasst werden. In diesem Fall muss die Robert Bosch GmbH sicherstellen, dass die Verarbeitung dieser Daten im Einklang mit den Vorschriften der DSGVO steht.

Die Verarbeitung solcher Daten ist laut Artikel 6 Absatz 1 der DSGVO nur dann rechtmäßig, wenn mindestens eine der Bedingungen erfüllt ist, etwa wenn die betroffenen Personen ihre Einwilligung geben, wenn die Verarbeitung zur Vertragserfüllung oder zur Einhaltung rechtlicher Verpflichtungen notwendig ist. Auch die Grundsätze gemäß Artikel 5 der DSGVO, die bereits vorher aufgeführt worden sind, sind zu beachten.

Darüber hinaus ist die Robert Bosch GmbH verpflichtet, die besonderen Rechte der betroffenen Personen zu berücksichtigen. Dazu gehören das Recht auf Zugang, Berichtigung und Löschung der Daten, das Recht auf Datenübertragbarkeit sowie das Widerspruchsrecht gegen die Datenverarbeitung gemäß Artikel 15 der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO).

Um die Einhaltung der DSGVO sicherzustellen und die Rechte der betroffenen Personen zu schützen, muss die Robert Bosch GmbH geeignete technische und organisatorische Maßnahmen ergreifen. Dazu kann die anonymisierte Verarbeitung von Daten, ein striktes Zugriffsmanagement und ausreichende Verschlüsselungsmechanismen gehören.

IV. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Rahmen der Arbeit wurde ein Konzept erarbeitet, das sich mit verschiedenen Fragestellungen befasst. Es geht darum, die Umgebung so zu steuern, dass das Wohlbefinden und die Produktivität gesteigert werden, unterschiedliche Arten von Personen vom digitalen Campus profitieren und künstliche Intelligenzen bei Alltagsproblemen helfen können.

Das allgemeine Konzept besteht aus sieben Schritten, die sequenziell durchlaufen werden. Diese Schritte beinhalten die Erstellung eines Prototyps, die Installation von Sensoren, die Datenerfassung, die Datenanalyse und die Bereitstellung von Benachrichtigungen und Darstellungen für die Benutzer*innen. Zusätzlich gibt es zwei weitere Schritte für die Optimierung des Anwendungsfalls und die fortlaufende Überwachung und Verbesserung des Systems.

Die Anwendung von Sensortechnologie und Anomalieerkennung bietet vielversprechende Möglichkeiten zur Optimierung verschiedener Bereiche und zur Schaffung einer angenehmen und effizienten Umgebung. Es ist wichtig, die Nutzung der Systeme zu fördern und regelmäßige Aktualisierungen durchzuführen, um den bestmöglichen Mehrwert für die Beteiligten zu gewährleisten.

Die Anwendungsfälle "Parken", "Stoßzeiten", "Küchen", "Roof Garden" und "Arbeitsplatzoptimierung" zeigen das Potenzial des Einsatzes von Sensorik und Anomalieerkennung zur Optimierung verschiedener Bereiche. Dies ist jedoch erst der Anfang. Mit der Weiterentwicklung der Technologie und der zunehmenden Integration von künstlicher Intelligenz eröffnen sich weitreichendere Möglichkeiten für zukünftige Anwendungsfälle. Eine mögliche Perspektive liegt in der Weiterentwicklung und Verfeinerung der Sensortechnologie. Durch den Einsatz weiterentwickelter Sensoren können Daten erhoben werden, die eine genauere Analyse und Prognose ermöglichen. Beispielsweise könnten Sensoren zur Messung der Luftqualität in Arbeitsbereichen weiterentwickelt werden, um auch andere Faktoren wie Lärmpegel oder Raumtemperatur zu berücksichtigen.

Eine weitere vielversprechende Perspektive liegt in der Integration der verschiedenen Anwendungsfälle. Durch die Zusammenführung der gesammelten Daten und Erkenntnisse aus den einzelnen Bereichen können umfassendere Analysen und Optimierungen durchgeführt werden. Beispielsweise könnten die Daten aus dem Parkhaus und den Stoßzeiten genutzt werden, um eine Prognose zu erstellen, die sowohl den Autoverkehr als auch den öffentlichen Nahverkehr berücksichtigt.

Darüber hinaus sollte die Entwicklung der Datenschutzbestimmungen, insbesondere im Hinblick auf die Datenschutz-Grundverordnung, berücksichtigt werden. Der Schutz personenbezogener Daten und die Wahrung der Privatsphäre von Mitarbeiter*innen, Gästen und Besucher*innen muss weiterhin oberste Priorität haben. Durch eine transparente Kommunikation und die Einhaltung der geltenden Datenschutzbestimmungen kann das Vertrauen in die Technologie gestärkt und die Akzeptanz erhöht werden.

Insgesamt ermöglicht der Einsatz von Sensorik und Anomalieerkennung in unterschiedlichen Anwendungsfällen vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung und Steigerung des Wohlbefindens. Bei kontinuierlicher Forschung und Weiterentwicklung können diese Technologien dazu beitragen, Effizienz, Nachhaltigkeit und Komfort in verschiedenen Bereichen des Arbeitsalltags zu verbessern.

LITERATUR

- [1] W. Muhamad, N. B. Kurniawan, and S. Yazid, "Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review," *International conference on information technology systems and innovation (ICITSI)*, p. 384, 2017.
- [2] N. Min-Allah, and S. Alrashed, "Smart campus-A sketch," *Sustainable cities and society*, vol. 59, p. 1, 2020.
- [3] L. Chuling, Z. Xie, and P. Peng, "A Discussion on the Framework of Smarter Campus," *Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application*, Shanghai, 2009.
- [4] X. Nie, "Research on Smart Campus Based on Cloud Computing and Internet of Things," *Applied Mechanics and Materials*, vols. 380-384, pp. 1951-1954, 2013.
- [5] M. Coccoli, A. Guercio, P. Maresca, and L. Stanganelli, "Smarter universities: A vision for the fast changing digital era," *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 25, pp. 1003-1011, 2014.
- [6] L. Manqele, M. Dlodlo, L. Coetzee, Q. Williams, and G. Sibiyi, "Preference-based Internet of Things dynamic service selection for smart campus," *IEEE AFRICON Conference*, Addis Abeba, 2015.
- [7] M. Cața, "Smart University, a new concept in the Internet of Things," *14th RoEduNet International Conference - Networking in Education and Research (RoEduNet NER)*, Craiova, 2015.
- [8] M. Owoc, and K. Marciniak, "Knowledge management as foundation of smart university," *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, Krakau, 2013.
- [9] B. Mattoni, F. Pagliaro, G. Corona, V. Ponzio, F. Bisegna, F. Gugliermetti, and M. Quintero-Núñez, "A matrix approach to identify and choose efficient strategies to develop the Smart Campus," *IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, Florenz, 2016.
- [10] DSGVO, *Datenschutz-Grundverordnung*. [Online]. Available: <https://dsgvo-gesetz.de/> (accessed: Jun. 30 2023).
- [11] F. Meng, G. Yuan, Z. Wang, and S. Xia, "An overview on trajectory outlier detection," *Artificial Intelligence Review*, 2019.
- [12] P. Krawiec, M. Junge, and J. Hesselbach, "Comparison and adaptation of two strategies for anomaly detection in load profiles based on methods from the fields of machine learning and statistics," *Open Journal of Energy Efficiency*, vol. 10, pp. 37-49, 2021.
- [13] T. Warren Liao, "Clustering of time series data – a survey," *Pattern Recognition*, vol. 38, pp. 1857-1874, 2005.
- [14] F. Emmert-Streib, Z. Yang, H. Feng, S. Tripathi, and M. Dehmer, "An Introductory Review of Deep Learning for Prediction Models With Big Data," *Frontiers in Artificial Intelligence* 3, 2020.

Erfolgsfaktoren für die nachhaltige Nutzung von Low-Code-/No-Code-Lösungen

Sarah Grözinger
TestGilde GmbH
Esslingen, Deutschland
sarah.groezinger@testgilde.de

Sophie A. Schubsky
Landesbank Baden-Württemberg
Stuttgart, Deutschland
Sophie.Schubsky@lbbw.de

Nicole Tiefenbach
Sopra Banking Software GmbH
Stuttgart, Deutschland
tiefenbach.nicole@gmx.de

Abstract— In den letzten Jahren haben Low-Code- und No-Code-Plattformen aufgrund ihrer Fähigkeit, die Softwareentwicklung in vielerlei Hinsicht zu vereinfachen, große Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Diese Plattformen verkürzen die Entwicklungszeit, reduzieren die Komplexität und fördern die Zusammenarbeit sowie die effiziente Nutzung von Ressourcen. Auf der anderen Seite kann die Nutzung derartiger Plattformen die Komplexität erhöhen, die Entstehung einer Schatten-IT fördern oder dazu führen, dass Citizen Developer nicht den erforderlichen Reifegrad erreichen. Für den nachhaltigen Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen sind verschiedene Hebel wichtig: Die Auswahl der richtigen Plattform, die alle Bedürfnisse abdeckt, die Erstellung von Richtlinien für den Umgang mit der Plattform und den daraus resultierenden Anwendungen sowie die Definition der Kultur und der Zusammenarbeit unter den Mitarbeitern.

I. EINLEITUNG

Die digitale Transformation hat Unternehmen in den letzten Jahren vor große Herausforderungen gestellt. Um wettbewerbsfähig zu bleiben und den Anforderungen einer zunehmend digitalisierten Welt gerecht zu werden, müssen Unternehmen innovative Technologien einsetzen sowie ihre Geschäftsprozesse optimieren und effizienter gestalten.

In diesem Zusammenhang haben sich Low-Code- und No-Code-Lösungen als wegweisende Ansätze erwiesen, welche die Softwareentwicklung revolutionieren und einen breiten Kreis von Akteuren in den Entwicklungsprozess einbinden. Ein besonders drängendes Problem für Unternehmen ist der anhaltende Fachkräftemangel in der IT-Branche. Der Mangel an qualifizierten Entwicklern und Programmierern erschwert vielen Unternehmen, ihre Softwareprojekte zeitnah und mit den notwendigen Ressourcen umzusetzen. [1] Low-Code- und No-Code-Lösungen können bei dieser Herausforderung Abhilfe schaffen, indem auch technisch weniger versierten Mitarbeitern ermöglicht wird, Anwendungen ohne umfangreiche Programmierkenntnisse zu entwickeln. Damit wird die traditionelle Abhängigkeit von IT-Entwicklern aufgebrochen und einem breiten Personenkreis die Möglichkeit eröffnet, eigenständig Software zu entwickeln. Mitarbeiter aus den Fachabteilungen können sich aktiv an der Entwicklung beteiligen und ihre Ideen und ihr Fachwissen einbringen, ohne dass sie dafür wirkliche Programmierkenntnisse benötigen.

Diese Auserarbeitung soll als Leitfaden für den Einsatz und die nachhaltige Nutzung von Low-Code- und No-Code Lösungen in Unternehmen dienen. Zu diesem Zweck werden in dieser Arbeit Erfolgsfaktoren untersucht, die beim Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen eine Rolle spielen, um nachhaltige Lösungen zu schaffen. Die Erfolgsfaktoren sollen dabei helfen, das Potenzial dieses Ansatzes voll auszuschöpfen, um effiziente und innovative Lösungen zu schaffen. Dabei werden verschiedene Herausforderungen

und Risiken beim Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen identifiziert und ihre langfristigen Auswirkungen untersucht. Die Rolle, welche die IT bei der Unterstützung der Erstellung dieser Lösungen hat bzw. haben kann, wird ebenfalls diskutiert, da sie eine entscheidende Rolle bei der Einführung und Umsetzung dieser Lösungen spielt.

II. DEFINITIONEN

A. Unterscheidung zwischen Low-Code und No-Code

Low-Code- und No-Code-Lösungen sind moderne Ansätze der Softwareentwicklung, die es ermöglichen, Anwendungen ohne umfangreiche Programmierkenntnisse zu erstellen. Diese Entwicklungsmethoden vereinfachen und beschleunigen den Entwicklungsprozess durch den Einsatz visueller Benutzeroberflächen und abstrakter Programmierung.

Low-Code-Plattformen basieren auf einer visuellen Entwicklungsumgebung, in der Entwickler aus vorgefertigten Bausteinen und Programmkomponenten per Drag and Drop Anwendungen erstellen können. Die Bausteine erfordern jedoch eine gewisse Konfiguration (Programmierung). Der eigentliche Programmieraufwand wird reduziert, indem der Schwerpunkt nur noch auf die Anpassung der vorhandenen Bausteine gelegt wird. Durch die Verwendung einer visuellen Oberfläche können Anwendungen schneller entwickelt und Änderungen einfacher vorgenommen werden. [2]

Die sehr ähnlichen No-Code-Plattformen unterscheiden sich von den Low-Code-Plattformen dadurch, dass sie die Abstraktion des vorhandenen Codes maximieren. Die visuelle Oberfläche besteht ebenfalls aus Bausteinen, die per Drag and Drop an die gewünschte Stelle gezogen werden. Eine weitere Anpassung der Komponenten findet nicht mehr statt. Dementsprechend benötigt der No-Code-Editor keine Codezeile aus Benutzersicht. [3]

Es ist wichtig zu beachten, dass Low-Code- und No-Code-Lösungen nicht bedeuten, dass kein Code involviert ist. Bei Low-Code-Lösungen wird immer noch Code generiert, jedoch auf einer höheren Abstraktionsebene. Bei No-Code-Lösungen wird der Code in der Regel automatisch von der Plattform generiert, so dass der Benutzer keinen direkten Zugriff darauf hat.

Beide Ansätze verfolgen jedoch das gleiche Ziel: Fachabteilungen und Endanwender mit geringen Programmierkenntnissen in den Entwicklungsprozess einzubinden, so dass sie ihre eigenen Anwendungen erstellen und damit auf spezifische Anforderungen reagieren können, ohne auf die Unterstützung von IT-Experten angewiesen zu sein. Aufgrund der ähnlichen Ansätze beider Lösungen werden die Begriffe Low-Code und No-Code im Folgenden bei der Bearbeitung der Themen ohne weitere Unterscheidung

verwendet. Die Autoren dieser Arbeit sind sich jedoch der oben genannten Unterschiede bewusst.

B. Nachhaltigkeit

Das Schlagwort Nachhaltigkeit hat im letzten Jahrzehnt zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dennoch ist der Begriff nicht fest definiert und bedarf im Zusammenhang mit nachhaltiger Low-Code- und No-Code-Nutzung einer eigenen Ausrichtung.

Grundsätzlich bedeutet das Wort Nachhaltigkeit laut Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, dass „die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen sind, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden“. [4] Mit den zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels gewinnt das Thema Nachhaltigkeit immer mehr an Bedeutung. Durch den Krieg in der Ukraine und die damit verbundenen steigenden Energiekosten ist es wichtig, mit den vorhandenen Ressourcen möglichst schonend umzugehen. Damit steigt auch der Druck auf die IT-Bereiche, die in den letzten Jahren verstärkt aufgefordert wurden, ihren Beitrag zur Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung zu leisten. „Mit zunehmender Digitalisierung der Unternehmen gewinnt der Beitrag der IT zu deren Nachhaltigkeitszielen an Bedeutung. Die effiziente Nutzung von Ressourcen durch Low-Code-Softwareentwicklung kann dabei eine wichtige Rolle spielen.“ [5]

Ein nachhaltiger Einsatz von Low-Code und No-Code umfasst dabei die Aspekte Wiederverwendbarkeit, Langlebigkeit, Strategie, Ressourceneffizienz, Skalierbarkeit und Flexibilität sowie die Wirtschaftlichkeit.

III. VORTEILE VON LOW-CODE-/NO-CODE-LÖSUNGEN

Low-Code- und No-Code-Lösungen haben sich in den letzten Jahren in der Softwareentwicklung etabliert. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, Anwendungen ohne vertiefte Programmierkenntnisse zu erstellen und Abläufe zu automatisieren, z.B. durch Robotic Process Automation. Diese Entwicklungsmethoden bieten dabei eine Vielzahl von Vorteilen und können helfen, eine Reihe von Herausforderungen zu lösen, mit denen Unternehmen heute konfrontiert sind. In diesem Abschnitt werden die Vorteile der Low-Code-/No-Code-Entwicklung zusammengefasst und näher erläutert.

Die klassische Programmierung von Software erfordert umfangreiche Kenntnisse und ein tiefes technisches Verständnis. Low-Code- und No-Code-Lösungen ermöglichen es auch Personen, die nicht über diese umfangreichen Kenntnisse und Erfahrungen in der Softwareentwicklung verfügen, Anwendungen zu erstellen. So hat KPMG bereits ermittelt, dass mittlerweile zwei von drei Anwendungen nur mit Hilfe von Low-Code erstellt werden können. Dies zeigt, dass Low-Code-Lösungen zwar eine Abstraktion der klassischen Programmierung darstellen, die Bausteine aber dennoch variabel und tief genug gestaltet sind, um daraus umfangreiche Anwendungen zu erstellen. [6]

Der Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen führt auch zu einer deutlichen Beschleunigung des Entwicklungsprozesses, wodurch Unternehmen Anwendungen schneller erstellen und agil auf sich ändernde Anforderungen und Trends reagieren können. Diese Beschleunigung wird im Wesentlichen durch verschiedene Faktoren ermöglicht:

Vorgefertigte Module und Programmkomponenten können einfach wiederverwendet werden und müssen nicht für jede Anwendung mühsam von Grund auf neu programmiert werden. Dazu steht den Entwicklern eine umfangreiche Bibliothek an vorgefertigten oder firmenspezifisch konfigurierten Modulen zur Verfügung, die nur noch in das eigene Programm implementiert werden müssen.

Die visuelle Entwicklungsumgebung und die Drag-and-Drop-Funktionalität, die Low-Code- und No-Code-Lösungen bieten, stellen eine wichtige Hilfestellung dar. Entwickler können auf einer grafischen Oberfläche arbeiten und Funktionen und Merkmale per Drag and Drop platzieren und anpassen. Dies bedeutet, dass weniger Zeit für das manuelle Schreiben von Code aufgewendet werden muss. Änderungen können schnell und einfach vorgenommen werden, was die Entwicklung beschleunigt. Die visuelle Entwicklungsumgebung ermöglicht es den Entwicklern, sich auf das Design und die Konfiguration der Anwendung zu konzentrieren, anstatt sich mit den technischen Details des Codes befassen zu müssen. [7]

Die effiziente Nutzung von Ressourcen und Know-how ist ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Low-Code- und No-Code-Lösungen. Der traditionelle Softwareentwicklungsprozess erfordert oft einen hohen Ressourceneinsatz, angefangen bei der Anzahl der Entwickler bis hin zur Infrastruktur und den Entwicklungswerkzeugen. Dies kann zu hohen Kosten und einem hohen Zeitaufwand führen. Mit Low-Code und No-Code können Unternehmen ihre Ressourcen effizienter einsetzen. Die visuelle Entwicklungsumgebung ermöglicht es auch Personen ohne umfangreiche Programmierkenntnisse, aktiv an der Entwicklung teilzunehmen. Fachexperten aus verschiedenen Abteilungen können so ihre Expertise einbringen, um die Gestaltung und Funktionalität der Anwendung zu verbessern. Dadurch wird das Potenzial der vorhandenen Ressourcen voll ausgeschöpft und eine effiziente Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Teams und Fachbereichen ermöglicht. [8]

Low-Code- und No-Code-Werkzeuge fördern außerdem die Zusammenarbeit zwischen Fachabteilungen und IT-Teams und schaffen eine gemeinsame Plattform für die Anwendungsentwicklung. Eine Herausforderung bei der traditionellen Softwareentwicklung ist, dass Fachabteilungen ihre Anforderungen und Ideen oft nur schwer verständlich machen können. In der Kommunikation zwischen Nicht-Technikern und IT-Experten kann es zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen kommen, die oft zu ineffizienten Entwicklungsprozessen und suboptimalen Lösungen führen. Die visuelle Entwicklungsumgebung ermöglicht es Nicht-Technikern, ihre Anforderungen und Ideen auf einfache und intuitive Weise zu visualisieren. Mit Hilfe von Drag-and-Drop-Funktionen können sie die gewünschten Funktionen und Prozesse selbstständig in einer grafischen Benutzeroberfläche darstellen. [3] Dadurch wird die Kommunikation und Verständigung zwischen den Fachabteilungen und IT-Teams erheblich erleichtert. IT-Experten können die von den Fachabteilungen entwickelten Modelle und Visualisierungen übernehmen und diese in technische Lösungen umsetzen. Sie können für die notwendige Integration, Sicherheit und Skalierbarkeit sorgen und die Anwendung an bestehende Systeme und Infrastrukturen anbinden. [9]

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Low-Code- und No-Code-Lösungen ist die Demokratisierung der Softwareentwicklung. Diese Ansätze ermöglichen es Menschen mit

unterschiedlichem technischem Hintergrund, Anwendungen zu entwickeln, ohne über umfangreiche Programmierkenntnisse verfügen zu müssen. Diese Demokratisierung führt zu einer Vielzahl von positiven Effekten und bietet zahlreiche Möglichkeiten zur Unterstützung bei den Herausforderungen der Softwareentwicklung. [7]

Ein Vorteil der Demokratisierung durch Low-Code- und No-Code-Lösungen liegt in der Benutzerfreundlichkeit und Zugänglichkeit. Die visuelle und intuitive Gestaltung der Plattformen ermöglicht es jedem Mitarbeiter, Anwendungen zu erstellen und zu nutzen. Dies fördert die Partizipation und ermöglicht es Nicht-Entwicklern, eigene Ideen umzusetzen, ohne auf technisches Fachwissen angewiesen zu sein. Dies trägt zur Inklusion bei und ermöglicht es einer breiteren Nutzergruppe, von Softwarelösungen zu profitieren. [7]

Eine Folge dieser Demokratisierung ist die Förderung von Innovationen. Durch den erleichterten Zugang zu diesen Technologien, wird gleichzeitig eine große Anzahl von Nutzern in die Lage versetzt, kreative Ideen umzusetzen und neue Anwendungen zu entwickeln. Dies führt zu mehr Wettbewerb und einer höheren Innovationsrate in der Softwareindustrie. Laut einer Studie von Gartner aus dem Jahr 2022 wird erwartet, dass bis 2026 etwa 80 Prozent der Entwicklungen in Unternehmen auf Low-Code-Plattformen außerhalb der IT anfallen werden. Dies wird durch das wachsende Interesse und die Akzeptanz dieser Technologien als Treiber für innovative Lösungen verdeutlicht. [10]

Die Vereinfachung von Wartung und Aktualisierung ist ein weiterer Vorteil, der sich aus der Demokratisierung der Softwareentwicklung durch Low-Code/No-Code ergibt. Traditionell waren für die Wartung und Aktualisierung von Anwendungen umfangreiche Programmierkenntnisse und Ressourcen erforderlich. Mit Low-Code-/No-Code-Lösungen können jedoch auch Nicht-Entwickler problemlos kleinere Änderungen an Anwendungen vornehmen und diese aktualisieren. Dies verringert die Abhängigkeit von IT-Abteilungen und beschleunigt den Prozess der Aktualisierung und Fehlerbehebung. Eine Studie von Forrester Research aus dem Jahr 2016 zeigt, dass Unternehmen, die Low-Code-/No-Code-Lösungen einsetzen, ihre Anwendungen um 20-mal schneller entwickeln und demnach auch aktualisieren und warten können. Dies führt zu mehr Agilität und Effizienz in der Softwareentwicklung. [11]

IV. RISIKEN VON LOW-CODE-/NO-CODE-LÖSUNGEN

Der Einsatz von Low-Code-/No-Code-Plattformen birgt verschiedene Risiken, die sorgfältig abgewogen werden müssen. Es gibt auch verschiedene Maßnahmen, die ergriffen werden können, um den Risiken entgegenzuwirken. Eine Herausforderung besteht darin, die Akzeptanz in den Unternehmen zu erhöhen, denn nur etwa 40 Prozent der Fachabteilungen unterstützen diese Plattformen, während die Führungskräfte auf oberster Ebene die Projekte in 70 Prozent der Fälle positiv bewerten. Die Diskrepanz zwischen diesen Gruppen sollte analysiert und Maßnahmen zur Steigerung der Nutzerzufriedenheit ergriffen werden. [9]

Ein weiteres Risiko liegt im Reifegrad des Citizen Development. Ein Citizen Developer ist dabei ein Mitarbeiter, der mithilfe von Low-Code-/No-Code-Plattformen eine Softwarelösung entwirft und erstellt. Häufig entwickeln Fachabteilungen dabei Anwendungen ohne großes technisches Verständnis, was zu Unsicherheit und mangelnder

Akzeptanz führen kann. Denn nur etwa acht Prozent der befragten Mitarbeiter haben ihrer Meinung nach den höchsten Reifegrad des Citizen Development erreicht, was auf ein Verbesserungspotenzial hinweist. Als Maßnahme kann in vielen Unternehmen daher sinnvoll sein, die Mitarbeiter entsprechend zu schulen, damit sie die Plattformen mit einem fundierten Verständnis nutzen können. [9]

Ein großes Risiko besteht außerdem in der Entstehung einer Schatten-IT in Unternehmen, wenn die IT-Abteilung die Kontrolle über die Entwicklung verliert. Dies kann zu Anwendungen führen, die nicht den Unternehmensstandards entsprechen oder fehlerhaft sind. Die IT-Abteilung kann das Wissen über diese Anwendungen verlieren, was zu Problemen führen kann, wenn dadurch Qualität und Sicherheit nicht gewährleistet werden können. [9]

Ein weiterer Aspekt ist der Schutz des Urheberrechts, da bei der Nutzung von Low-Code-/No-Code-Plattformen häufig Standardkomponenten verwendet werden, was die Eigentumsrechte und den Schutz des geistigen Eigentums in Frage stellen können. Die rechtlichen Aspekte sollten daher sorgfältig geprüft werden, um mögliche Konflikte zu vermeiden. [9]

Um die Risiken von Low-Code-/No-Code-Plattformen zu minimieren, ist es wichtig, eine umfassende Strategie zu entwickeln. Dazu gehört, die Akzeptanz in den Fachbereichen zu fördern und sicherzustellen, dass die Ergebnisse den Anforderungen entsprechen. Die IT-Abteilung sollte eine unterstützende Rolle spielen, um Kontrolle und Qualitätssicherung zu gewährleisten. Auch rechtliche Aspekte sind sorgfältig zu prüfen, ebenso wie die Leistungsfähigkeit der Plattformen und die Datenschutzrichtlinien bei der Nutzung von Cloud-Diensten.

Neben den bereits genannten Risiken gibt es weitere Aspekte, die berücksichtigt werden sollten. Die Implementierung von Lösungen mit vielen Transaktionen kann eine Herausforderung darstellen [12], ebenso wie die begrenzte Funktionalität und Skalierbarkeit von Low-Code- und No-Code-Anwendungen. Auch die Auswahl des richtigen Werkzeugs kann schwierig sein, da der Markt für Low-Code-/No-Code-Plattformen unübersichtlich ist und voraussichtlich noch komplexer werden wird. Die Auswahl des richtigen Werkzeugs kann schwierig sein, da es eine Vielzahl von Optionen und Marktplätzen für Erweiterungen und Integrationen gibt. Dies kann dazu führen, dass Unternehmen mit unzähligen verschiedenen Kombinationen arbeiten müssen. Eine Studie zeigt einen Trend zur Nutzung mehrerer Plattformen, da über 60 Prozent der befragten Unternehmen bereits zwei bis drei Plattformen und ein Viertel sogar vier bis fünf Plattformen für die Entwicklung nutzen. Daher kann es ratsam sein, Experten hinzuzuziehen, um die richtigen Werkzeuge für die spezifischen Anforderungen des Unternehmens auszuwählen. [13]

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Unternehmen beim Einsatz von Low-Code-/No-Code-Plattformen die Risiken sorgfältig abwägen und geeignete Maßnahmen ergreifen sollten, um einen effizienten und sicheren Einsatz zu gewährleisten.

V. VORAUSSETZUNGEN FÜR EINEN NACHHALTIGEN EINSATZ

Bei der Einführung von Low-Code-/No-Code-Lösungen gibt es verschiedene Aspekte, welche die Qualität der Umsetzung beeinflussen und zum Erfolg oder Misserfolg führen können. Einige Erfolgsfaktoren ergeben sich aus den bereits dargestellten Vorteilen und Risiken. Diese werden nun als Guideline zusammengefasst und erläutert.

Der wichtigste Punkt bei der Einführung der Lösungen ist, dass Low-Code-/No-Code-Lösungen die klassische Programmierung nicht ersetzen können und daher nur als Ergänzung zur IT-Abteilung eines Unternehmens angesehen werden dürfen. Mit Hilfe von Low-Code- und No-Code-Lösungen können zwar schnelle Lösungen für verschiedene Anwendungsfälle ohne die Notwendigkeit der klassischen Programmierung gefunden werden, jedoch sind durch die vorgegebenen Bausteine in den Plattformen auch klare Grenzen gesetzt. Für alle die Fälle, die mit diesen Lösungen nicht umgesetzt werden können, ist daher weiterhin die Programmierung durch Fachexperten notwendig.

Generell ist ein agiles Umfeld für die interne Unternehmensstruktur von Vorteil. [14] Durch die schnelle Anpassungsfähigkeit, die iterative Entwicklung und die schnelle Kommunikation im Team können Lösungen sehr schnell erstellt, getestet und überarbeitet werden.

Die nachhaltige Nutzung dieser Lösungen setzt die Wiederverwendbarkeit von Code, Modulen und Komponenten voraus. Durch den Aufbau einer Bibliothek wiederverwendbarer Bausteine können Entwickler Zeit und Ressourcen sparen, indem sie auf bewährte Lösungen zurückgreifen. Die Wiederverwendung trägt dazu bei, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und den Entwicklungsprozess effizienter zu gestalten.

A. Auswahl der Plattform

Vor der Einführung in einem Unternehmen muss die richtige Plattform ausgewählt werden. Diese Auswahl kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen:

Benötigte Funktionalitäten: Bei der Auswahl der Plattform ist es wichtig zu berücksichtigen, welche Arten von Anwendungen erstellt werden sollen, um sicherzustellen, dass die Plattform alle notwendigen Funktionalitäten für die Erstellung von Anwendungen bietet. [9]

Benutzerfreundlichkeit: Auch die Benutzerfreundlichkeit und die intuitive Bedienbarkeit der Benutzeroberfläche spielen bei der Auswahl eine Rolle. Je einfacher die Plattform zu bedienen ist, desto leichter kann sie auch von Mitarbeitern ohne Programmierkenntnisse genutzt werden.

Skalierbarkeit: Ein weiteres Auswahlkriterium ist die Skalierbarkeit dar. Es ist wichtig, das Skalierungspotenzial der Plattform zu berücksichtigen. Je nach Zielsetzung sollte geprüft werden, ob die Plattform mit steigenden Anforderungen und Nutzerzahlen umgehen kann. Damit wird sichergestellt, dass die Plattform auch bei wachsenden Rahmenbedingungen den Anforderungen des Unternehmens gerecht werden kann.

Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass langlebige Lösungen entwickelt werden. Sie müssen robust und stabil sein, um einen langfristigen Mehrwert zu bieten. Eine flexible Architektur ermöglicht die Integration neuer Technologien und Innovationen und stellt sicher, dass die

Lösungen für zukünftige Herausforderungen gerüstet sind. Daher ist es wichtig, die Skalierbarkeit und Flexibilität der Plattform zu berücksichtigen.

Schnittstellen: Für übergreifende Anwendungen im Unternehmen ist bei der Auswahl der Plattform auf die Schnittstellen zu anderen Anwendungen und Werkzeugen zu achten. Die Sicherstellung der Schnittstellen und die Integration der Dienste für die verschiedenen Anwendungsfälle erleichtern die Integration in das Unternehmen.

Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit: Auch die Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit ist für die Auswahl der richtigen Plattform relevant. Durch die Möglichkeit der Erweiterung mit selbst geschriebenem Code können auch speziellere Anwendungsfälle umgesetzt werden, die mit den vorgegebenen Werkzeugen der Plattform nicht realisiert werden können.

Sicherheit: IT-Sicherheit ist ein zentrales Thema in jedem Unternehmen und sollte auch bei der Auswahl der Plattform berücksichtigt werden. Eine Überprüfung der Sicherheitsfunktionen wie Zugriffsmöglichkeiten, Datenverschlüsselung und Compliance-Standards kann hier Aufschluss darüber geben, welche Werkzeuge den Anforderungen des Unternehmens am besten entsprechen. [14]

Support und Community: Im Hinblick auf eine effiziente Nutzung sollte auch der Support und die Community der Plattform berücksichtigt werden. Durch eine gute Dokumentation, Tutorials, Schulungen und eine aktive Community können die Mitarbeitenden bei ihrer Arbeit unterstützt werden und bei Fragen und Problemen Hilfe erhalten.

Kosten: Für den nachhaltigen Einsatz von Low-Code-/No-Code-Lösungen ist es wichtig, dass diese kostengünstig sind. Die Entwicklung der Lösungen sollte schnell und kostengünstig möglich sein, was unter anderem durch die Einsparung von Kosten für eine Eigenentwicklung gewährleistet wird. Im Sinne der Kosteneffizienz sind bei der Auswahl von Alternativen auch die Kosten für die Plattform zu berücksichtigen. Nachhaltigkeit beim Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen bedeutet daher auch, Kosten und Nutzen gegeneinander abzuwägen. Unternehmen sollten eine wirtschaftliche Lösung wählen, die einen positiven Return on Investment bietet. Die Berücksichtigung von Kostenaspekten wie Lizenzgebühren, Implementierungskosten und Wartungsaufwand ist wichtig, um sicherzustellen, dass die Lösungen langfristig tragfähig und wirtschaftlich rentabel sind.

Die Berücksichtigung dieser Aspekte kann helfen, die richtige Plattform auszuwählen, die den Anforderungen am besten entspricht und eine möglichst effiziente, nachhaltige und erfolgreiche Anwendungsentwicklung ermöglicht. Für eine erfolgreiche Implementierung im Unternehmen sind jedoch noch weitere Punkte wichtig, die umgesetzt werden müssen.

B. Allgemeine Voraussetzungen

Eine nachhaltige Nutzung erfordert eine langfristige Strategie für den Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen. Unternehmen sollten klare Ziele und Pläne haben, wie sie diese Technologien einsetzen wollen, um ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Die Entwicklung von Richtlinien, Best Practices und Qualitätsstandards ist wichtig, um sicherzustellen, dass die Lösungen die Anforderungen an Sicherheit, Skalierbarkeit und Benutzerfreundlichkeit erfüllen.

Die Erstellung verschiedener Richtlinien für Sicherheit, Skalierbarkeit, Integration und Wartung ist ein Aufgabenbereich, der vor der ersten Nutzung der Low-Code-/No-Code-Plattform bearbeitet werden sollte. Die Definition von Richtlinien sorgt für Klarheit und ein einheitliches Vorgehen sowie für eine Risikominimierung bei der Nutzung. [9] Insbesondere bilden die Sicherheitsrisiken die Grundlage für die Überwachung der Sicherheit während der Nutzung. Details zu Zugriffskontrollen, Datenschutz, Sicherheitsupdates und Notfallplänen können in den Richtlinien festgelegt werden.

Diese Richtlinien sollten auch die regelmäßige Wartung und Aktualisierung der Anwendungen sicherstellen. Dadurch kann gewährleistet werden, dass die Anwendungen nicht nur für kurze Zeit genutzt werden können, sondern eine nachhaltige und dauerhafte Lösung erhalten bleibt. Die Aktualisierung von Anwendungen kann z.B. auch durch gesetzliche Änderungen notwendig werden und muss durch Aktualisierungsrichtlinien gesteuert werden. [9]

Darüber hinaus empfiehlt es sich, Richtlinien für die direkte Nutzung und als Vorgabe für die Mitarbeiter zur Standardisierung zu erstellen. Durch die Verwendung von Templates, Handlungsanweisungen und Best Practices kann eine einheitliche Qualität und Konsistenz der Lösung erreicht und ein einheitliches Vorgehen sichergestellt werden. [5]

Dabei spielt auch die Ressourceneffizienz eine wichtige Rolle. Um die Nachhaltigkeit von Low-Code- und No-Code-Lösungen zu sichern, können vorgefertigte Module und Komponenten eingesetzt werden, die den Entwicklungsaufwand reduzieren. Dies führt zu einem effizienteren Einsatz von Entwicklungsressourcen und vereinfacht den Mitarbeitern die Erstellung der Lösungen. Die Berücksichtigung energieeffizienter Infrastrukturen und die Minimierung von Hardwareanforderungen tragen ebenfalls zur effizienten Ressourcennutzung bei.

Für eine effiziente Erstellung von Low-Code-/No-Code-Lösungen muss die IT-Abteilung prüfen, welche Anwendungsfälle für die Umsetzung geeignet sind. Nicht alle zu erstellenden Anwendungen können über die Plattform realisiert werden und erfordern je nach Fall eine Programmierung mittels Code. Unter Berücksichtigung der Möglichkeiten können so effizient und zeitsparend Lösungen entwickelt werden.

Die Mitarbeiter, die mit der Erstellung von Anwendungen auf Low-Code- und No-Code-Plattformen arbeiten sollen, benötigen eine umfassende Schulung zum Aufbau von Kompetenzen [9]. Den Mitarbeitern muss ein Verständnis für die Plattform vermittelt werden, damit sie verstehen, wie sie die Werkzeuge und Möglichkeiten nutzen können, um Lösungen zu realisieren. Durch das Erlernen der Grundlagen und den Erhalt von Tipps erwerben die Mitarbeiter Kompetenzen im Umgang mit der Plattform und können so schnell und effizient Lösungen erstellen. Darüber hinaus können die Mitarbeiter dabei unterstützt werden, Fehler zu vermeiden und wirklich nutzbare und nachhaltige Anwendungen zu erstellen. Die Vermittlung der verschiedenen Richtlinien führt auch zum richtigen Umgang mit Sicherheits- und Datenschutzaspekten, Wartung, Updates und einer konsistenten Anwendung im Unternehmen.

Darüber hinaus muss die IT-Abteilung die Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen und der Entwicklung sicherstellen. Durch eine gute Zusammenarbeit können Lösungen schneller bereitgestellt werden. [14] Durch den Support und die Bereitstellung von Ressourcen für die Anwendungsentwicklung kann ein schneller Austausch und eine gute Kommunikation dazu führen, dass Mitarbeiter bei Problemen nicht lange selbst nach einer Lösung suchen, sondern einen erfahrenen Kollegen oder IT-Mitarbeiter um Unterstützung bitten, wodurch eine schnellere Lösungsgenerierung möglich ist.

Die nachfolgende Abbildung fasst noch einmal alle Erfolgsfaktoren dieser Guideline zusammen und veranschaulicht so die einzelnen Handlungsfelder, die in Bezug auf den Einsatz von Low-Code- und No-Code-Lösungen bestehen. [5]



Abb. 1: Zusammenfassung der Voraussetzungen

VI. FAZIT UND AUSBLICK

Im Rahmen der Arbeit wurden die Erfolgsfaktoren für den nachhaltigen Einsatz von Low-Code-/No-Code-Anwendungen untersucht. Die Analyse hat gezeigt, dass dieser Ansatz erhebliche Vorteile für Unternehmen in Bezug auf Effizienzsteigerung, Agilität und Kosteneinsparungen bietet. Diese Vorteile entstehen bspw. dadurch, dass die Vorteile einer beschleunigten Entwicklung von Anwendungen auch ohne Fachexperten oder Programmierer genutzt werden können. Die identifizierten Erfolgsfaktoren, wie eine klare strategische Ausrichtung, eine adäquate Schulung und Unterstützung der Mitarbeiter sowie eine geeignete Governance-Struktur, sind entscheidend für einen langfristigen und nachhaltigen Einsatz von Low-Code-/No-Code-Anwendungen. Unternehmen sollten diese Faktoren bei der Auswahl, Einführung und Umsetzung dieser Technologien berücksichtigen, um den Erfolg sicherzustellen. Die Strategie sollte auch auf die bestehenden Risiken abgestimmt sein, damit diese vermieden werden können.

Für die Zukunft ist zu erwarten, dass die Bedeutung von Low-Code-/No-Code-Anwendungen weiter zunehmen wird.

Ein Faktor, der zu diesem Trend beiträgt, ist der anhaltende Fachkräftemangel, der sich voraussichtlich noch verschärfen und möglicherweise noch weiter zunehmen wird. Grund dafür ist die rasant fortschreitende Digitalisierung in allen Lebens- und Arbeitsbereichen. [15] Die Technologien in diesem Bereich werden sich ständig weiterentwickeln und die Plattformen leistungsfähiger, sicherer und flexibler machen, so dass die Unternehmen die Vorteile der Low-Code- und No-Code-Entwicklung noch besser nutzen können. Andere Technologien, wie z.B. künstliche Intelligenz, können die Einsatzmöglichkeiten dieser Technologien erweitern und vorantreiben. Es werden jedoch auch Herausforderungen entstehen, wie z.B. die Gewährleistung der Datenintegrität und -sicherheit sowie die kontinuierliche Anpassung an sich ändernde Anforderungen und Technologien. Unternehmen sollten sich auf diese Entwicklungen vorbereiten, indem sie ihre Mitarbeiter kontinuierlich schulen und auf dem neuesten Stand halten. Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Fachabteilungen und der IT-Abteilung wird ebenfalls entscheidend sein, um den größtmöglichen Nutzen aus Low-Code-/No-Code-Anwendungen zu ziehen. Durch die Implementierung einer flexiblen und agilen Governance-Struktur können Unternehmen sicherstellen, dass der Einsatz dieser Technologien kontinuierlich evaluiert und optimiert wird. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Unternehmen die Vorteile von Low-Code-/No-Code-Anwendungen nutzen sollten, indem sie die identifizierten Erfolgsfaktoren berücksichtigen und gleichzeitig auf zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen vorbereitet sind.

LITERATUR

- [1] A. Strem and L. Erdmann, "bitkom," 16. November 2022. [Online]. Available: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Deutschland-fehlen-137000-IT-Fachkraefte>. [Zugriff am 29. Juni 2022].
- [2] M. Bornewasser und S. Hinrichsen, *Informatrische Assistenzsysteme in der variantenreichen Montage*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2020, pp. 175-177.
- [3] GBTEC Group, „Citizen Developer: Coding-Herausforderungen und Prozessautomatisierung fördern,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.gbtec.com/de/unternehmen/news-artikel/gbtec-whitepaper-so-foerdern-unternehmen-ihre-prozessautomation-mit-citizen-developern/>. [Zugriff am 02. Juni 2023].
- [4] o. V., „Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung,“ [Online]. Available: <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/nachhaltigkeit-nachhaltige-entwicklung-14700>. [Zugriff am 12. Juli 2023].
- [5] D. Spierling, „Mehr IT-Nachhaltigkeit und Klimaschutz durch Low-Code Development,“ *Wirtschaftsinformatik & Management*, pp. 107-113, 27. April 2023.
- [6] KPMG, „KPMG Low-Code Center of Excellence,“ [Online]. Available: <https://kpmg.com/de/de/home/dienstleistungen/advisory/consulting/services/digital-lighthouse/kpmg-low-code-center-of-excellence.html>. [Zugriff am 24. Mai 2023].
- [7] T. Winterheimer, „Viel Software für wenig Code,“ *Wirtschaftsinformatik & Management*, pp. 212-215, 2022.
- [8] C. Garms, „Von der analogen zur mobilen Instandhaltung,“ *CIT-plus*, pp. 40-42, 2021.
- [9] A. Schaffry, *Studie No-Code/Low-Code 2022*, Foundry, Hrsg., München: Computerwoche, 2022, pp. 6,21,30-35,42-46,140.
- [10] M. Rimol DeLisi und C. Howley, „Gartner Forecasts Worldwide Low-Code Development Technologies Market to Grow 20% in 2023,“ Gartner, 13. Dezember 2022. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-12-13-gartner-forecasts-worldwide-low-code-development-technologies-market-to-grow-20-percent-in-2023>. [Zugriff am 04. Juli 2023].
- [11] o. V., "Was ist Low-Code-/No-Code-Anwendungsentwicklung?," SAP, [Online]. Available: <https://www.sap.com/germany/products/technology-platform/low-code/what-is-low-code-no-code.html>. [Accessed 01. Juli 2023].
- [12] S. Freistedt und R. Knackstedt, „Low-Code-Symposium,“ Stiftung Universität Hildesheim, Hildesheim, 2022.
- [13] S. Detscher, „Digitales Management und Marketing - So nutzen Unternehmen die Marktchancen der Digitalisierung,“ Heidelberg, Springer Gabler, 2021, pp. 29-33,185.
- [14] A. Kopper, S. Strahinger und M. Westner, *Kontrollierte Nutzung von Schatten-IT*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2017, pp. 136-144.
- [15] P. Ilg, „Der Arbeitsmarkt für IT-Fachkräfte: IT-Fachkräftemangel in Deutschland,“ Heise Medien, 20 Juli 2022. [Online]. Available: <https://www.heise.de/hintergrund/Der-Arbeitsmarkt-fuer-IT-Fachkraefte-IT-Fachkraeftemangel-in-Deutschland-7184419.html?seite=2>. [Zugriff am 13. Juli 2023].

KI-gestützter Übersetzungsdienst für die Bosch-Gruppe

Nils Damm
Robert Bosch GmbH
Stuttgart
damnills@gmx.de

Johanna Gäckle
Robert Bosch GmbH
Stuttgart
johannagaeckle@gmx.de

Noah Haußmann
Robert Bosch GmbH
Stuttgart
no.haussmann@gmail.com

Abstract— Sprachbarrieren sind ein akutes Problem der globalisierten Welt. Deshalb nimmt die Bedeutung von Übersetzungstools immer mehr zu. Dabei sind exakte Übersetzungen von Relevanz. Bei der kontextbezogenen Übersetzung stoßen Übersetzer allerdings immer wieder an ihre Grenzen, zum Beispiel bei idiomatischen Redewendungen. Unter Verwendung von Large Language Models (LLMs) sollen Übersetzungstools den Kontext der Übersetzung erfassen und in das Ergebnis einbeziehen. Dazu wurde eine Schnittstelle zu ChatGPT4, dem LLM des Unternehmens OpenAI entwickelt. Auf Basis einer Studie und des Brandguides der Robert Bosch GmbH wurde ein Frontend entworfen und mit den gewünschten Funktionen ausgestattet. Die Qualität der Übersetzungen wurde quantitativ mithilfe der COMET-Metrik überprüft. Zusätzlich wurden einige qualitative Beispiele miteinander verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass der kontextbezogene Übersetzer als Ergänzung zu einem Übersetzungstool die Qualität inadäquater Übersetzungen verbessern kann. Im Durchschnitt konnte er bei allen Übersetzungen eine vergleichbare und bei einzelnen Übersetzungen eine deutlich bessere Qualität erreichen als andere bekannte Übersetzer.

Keywords— Artificial Intelligence, Business Model Canvas, Large Language Models, OpenAI, Übersetzungsqualität, Übersetzungstools

I. EINLEITUNG

Durch die zunehmende Globalisierung wird die internationale Kommunikation immer unverzichtbarer. Aufgrund der Vielzahl der weltweit gesprochenen Sprachen sind Übersetzungstools aus dem Alltag vieler Menschen nicht mehr wegzudenken. Diese nehmen nicht nur die Hürde der privaten Kommunikationen zwischen Menschen, sondern sind längst auch in Unternehmen unentbehrlich geworden [1]. Mit der Einführung von DeepL wurde im Jahr 2017 eine neue Messlatte im Feld der Übersetzungstools gelegt. DeepL gibt auf seiner Webseite selbst an „der präziseste und differenzierteste maschinelle Übersetzer der Welt“ [2] zu sein. Dafür verwendet DeepL maschinelle Übersetzungen, Artificial Intelligence (AI) und neuronale Netzwerke [2]. Bei kontextbezogenen Übersetzungen oder Redewendungen, stößt jedoch auch dieses fortschrittliche Übersetzungstool an seine Grenzen. So übersetzt DeepL den Text "Mir ist das alles zu viel. Wir müssen die Kirche im Dorf lassen." ins Englische mit "It's all too much for me. We have to leave the church in the village."

Mit der Entwicklung von *Large Language Models* (LLMs), wie das im Jahr 2021 von dem Unternehmen OpenAI vorgestellte Modell ChatGPT, sind weitreichende Entwicklungen im Bereich der Übersetzungstools denkbar geworden. So sind LLMs darauf spezialisiert, den Kontext zu erfassen, zu verarbeiten und in weitere Ergebnisse einfließen zu lassen

[3]. Diese Eigenschaft wird in der vorliegenden Arbeit genutzt, um in Zusammenarbeit mit der Robert Bosch GmbH zu untersuchen, inwieweit es möglich ist, LLMs zu nutzen, um kontextbezogene Übersetzungen für die Kommunikation in Unternehmen zu generieren.

Im ersten Schritt wurde ein Business Model Canvas (BMC) erstellt, um die wichtigsten Komponenten des zugrundeliegenden Geschäftsmodells zu untersuchen und zu visualisieren. Anschließend wurde auf Basis einer durchgeführten User Experience (UX)-Studie eine Benutzeroberfläche entworfen und implementiert. Für die Umsetzung im Backend wurde ein vortrainierter Azure Cognitive Services Translator der Robert Bosch GmbH über eine Schnittstelle mit ChatGPT4 verbunden. Die dadurch erzielte Übersetzungsqualität wurde abschließend mit der Coherence and Meaning Evaluation in Translation (COMET)-Metrik analysiert und im Vergleich zu bestehender Übersetzungssoftware bewertet.

II. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

A. Business Model Canvas

Eine Dimension, die in dieser Arbeit betrachtet wird, ist das Geschäftsmodell hinter dem entwickelten Übersetzungstool. Es gibt viele verschiedene Ansätze, das Geschäftsmodell eines Unternehmens abzubilden. Ein in der Literatur und Praxis etabliertes Modell ist das Business Model Canvas [4], [5], [6]. Dieses Modell wurde 2006 von Osterwalder entwickelt und setzt sich aus neun verschiedenen Domänen zusammen, die in ihrer Gesamtheit das Geschäftsmodell repräsentieren. Der erste Faktor sind die *Key Partnerships*. Darunter versteht Osterwalder andere Firmen, die durch die Zusammenarbeit sehr wichtig für den Erfolg des Unternehmens sind. Zusätzlich dazu werden *Key Activities* und *Key Resources* definiert. *Key Activities* spiegeln dabei die Tätigkeiten eines Unternehmens wider, die entscheidend für die Wertschöpfung und den Erfolg des Unternehmens sind. Die *Key Resources*, egal ob physisch, finanziell oder intellektuell, sind entscheidend, um den reibungslosen Betrieb eines Unternehmens zu sichern. Der nächste, für den Unternehmenserfolg unabdingbare Faktor, sind die Kund:innen. Mithilfe von *Customer Segments* werden die Kund:innen eines Unternehmens in bestimmte Gruppen unterteilt. Diese Gruppen können nach verschiedenen Kriterien wie zum Beispiel Region, Branche oder Größe gebildet werden. Mithilfe dieser Gruppen kann ein Unternehmen sein Angebot spezifisch für diese optimieren. Neben dieser Segmentierung wird mit *Customer Relationships* auch betrachtet, wie der Kontakt mit den Kund:innen abläuft. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus mit drei Schritten berücksichtigt. Im ersten Schritt wird untersucht, wie Kund:innen akquiriert werden. Der folgende Schritt beschäftigt sich mit der Unterstützung bestehender Kund:innen. Schritt drei

analysiert explizit, wie das Unternehmen das Produkt an seine Kund:innen vertreibt. Zusätzlich werden in diesem Kontext auch die *Channels* eines Unternehmens definiert. Diese umfassen die Kommunikations-, Liefer- und Vertriebskanäle [7].

Eines der Kernelemente des Canvas ist die *Value Proposition*. Diese beantwortet, wie der Wert für die Kund:innen geschaffen wird. Aufgrund der hohen Wichtigkeit dieser Domäne wurde von Osterwalder eine Erweiterung in seinem Buch *Value Proposition Design* veröffentlicht [8]. Um die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens sicherzustellen, sind die letzten zwei Domänen *Cost Structure* und *Revenue Streams* von großer Bedeutung. Bei der Kostenstruktur wird betrachtet, wo welche Arten von Kosten anfallen. Mit der Domäne Revenue Streams wird betrachtet, wie das Unternehmen Umsatz generiert. Hier können unter anderem Zahlungszeitpunkte und Frequenz berücksichtigt werden [7].

B. Umfragen

Bei Umfragen beantworten Teilnehmer:innen selbstständig einen vorbereiteten Fragebogen in schriftlicher Form. Dieser kann über verschiedene Kanäle wie das Internet, E-Mail oder Post leicht an die Zielgruppe verteilt werden. Durch diese Vorgehensweise kann kosteneffizient eine große Stichprobe generiert werden. Ein damit verbundener Vorteil ist die Anonymität der Teilnehmenden, was zu ehrlicheren Antworten führen kann. Allerdings hat der Untersuchende keine Möglichkeit, steuernd in die Befragung einzugreifen. Zudem ist die Befragungssituation schwer kontrollierbar [9], [10].

Bei der Erstellung des Fragebogens gilt es zu prüfen, ob bereits ein standardisierter Fragebogen vorliegt, der gegebenenfalls durch Adaptionen verwendet werden kann [9]. Wird ein Fragebogen eigenständig erstellt, können die Fragen in offener Form, geschlossener Form oder gemischter Form gestellt werden. Offene Fragen ermöglichen den Teilnehmenden mehr Freiheit bei der Beantwortung, sind allerdings schwieriger und zeitaufwändiger und benachteiligen Menschen mit eingeschränkten verbalen und/oder motorischen Fähigkeiten. Dies führt zu einer hohen Anzahl von Enthaltungen. Bei geschlossenen Fragen werden Antwortmöglichkeiten vorgegeben, was den Zeitaufwand minimiert und dadurch die Rücklaufquote erhöht. Allerdings können bei der Erstellung mögliche Antwortalternativen übersehen werden. Gemischte Fragen werden hingegen mit möglichen Antwortalternativen belegt, besitzen allerdings auch eine offene Kategorie, um Antwortalternativen zu berücksichtigen [8]. Geschlossene Fragen können in drei Antwortformaten gestellt werden. Das dichotome Antwortformat gibt zwei Antwortalternativen "Ja" oder "Nein" vor. Bei der Ratingskala werden den Teilnehmenden mehrere Antwortmöglichkeiten in einer Rangfolge angeboten. Die kontinuierliche oder analoge Skala bietet den Befragten die Möglichkeit, auf einem Kontinuum zu antworten [9].

C. Large Language Model

Natural Language Processing (NLP) beschäftigt sich mit der Verarbeitung und Generierung menschlicher Sprache. Großen Aufschwung erhielt es durch die Kombination mit Deep Learning Modellen. Die Verarbeitung ist dabei unterteilt in Natural Language Understanding (NLU) und Natural Language Generation (NLG) [11].

Bei NLU werden verschiedene Algorithmen angewandt, um die eingegebenen Texte zu verstehen. Dabei muss auf verschiedene Aspekte von Sprache, wie zum Beispiel Dialekte,

geachtet werden. Bevor eine Eingabe verarbeitet werden kann, muss der Text zunächst so angepasst werden, dass das Modell diesen verstehen kann. Gängige Verfahren sind dabei die Unterteilung des Texts in Token und die Normalisierung des Texts. Dabei werden unter anderem die Groß- und Kleinschreibung einheitlich angepasst oder unwichtige Wörter aus dem Text entfernt. Anschließend können Large Language Models mit verschiedenen Methoden den Text verstehen [11].

Bei NLG werden basierend auf den Eingaben Ausgaben in natürlicher Sprache generiert, welche den Nutzer:innen ausgegeben werden [11]. LLMs bilden einen großen Teil des NLPs und treiben die Fortschritte in diesem Bereich stark voran. Sie versuchen in Texten das nächste Wort möglichst genau vorherzusagen. Um dies bewerkstelligen zu können, werden die Modelle mit verschiedenen Datensätzen trainiert. Dabei wird oft auf im Internet verfügbare Daten und Literatur zurückgegriffen [12]. Die LLM Modelle sind dabei nach der *Transformer Architektur* aufgebaut. Diese liefert bessere Ergebnisse für LLMs als klassische Deep Learning Modelle. Als Unterschied zu den anderen Modellen können sich Transformer Modelle auf ausgewählte Textabschnitte fokussieren. Zudem können sie Zusammenhänge zwischen Daten besser erkennen. Damit können sich LLMs besser auf die wichtigen Inhalte konzentrieren [3].

ChatGPT ist zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung das bekannteste und meist genutzte LLM. Anders als die meisten anderen LLMs bietet OpenAI für ChatGPT eine Schnittstelle an, die für alle zugänglich ist. Dabei kann das ChatGPT-Modell auch Sachverhalte bearbeiten, auf die es nie trainiert wurde. Das dafür benötigte Wissen generiert ChatGPT aus den Trainingsdaten, die dem Modell als Basis zugrunde liegen. Auf fünf Datensätzen und mit 175 Milliarden Parametern trainiert, ist bereits ChatGPT3 effizienter als Modelle, die rein mit überwachtem Lernen trainiert wurden [11]. Die erste Phase des Trainings erfolgt bei ChatGPT über unüberwachtes Lernen auf einem großen Datensatz. Anschließend wird das Modell weiter mit überwachtem Lernen auf kleineren Datensätzen verbessert [13].

Mit LLMs wird es auch immer wichtiger präzise und qualitative Befehle für die Modelle zu schreiben. Der Fokus richtet sich zunehmend auf die sogenannten *prompts* mit denen die Modelle angesteuert werden, um Ausgaben zu erhalten. In vielen Unternehmen werden bereits Stellen geschaffen, die sich mit der Optimierung der im Unternehmen verwendeten prompts beschäftigen [11].

D. Evaluierungsmetriken für maschinelle Übersetzung

Zur Evaluierung maschineller Übersetzungen, können verschiedene Metriken herangezogen werden. Traditionelle Metriken, wie BLEU und METEOR stützen sich bei ihrer Bewertung der Qualität der Übersetzung, auf die Ähnlichkeit zwischen der maschinell generierten Übersetzung und einer von Experten erstellten Referenzübersetzung [14].

Für die quantitative Evaluation des entwickelten AI-gestützten Übersetzungstools wird das 2020 veröffentlichte Framework COMET verwendet. Dieses basiert auf dem Open Source Deep Learning Framework PyTorch [15]. Dabei hebt sich COMET von traditionellen Evaluierungsmetriken vor allem durch seinen hohen Grad an Mehrsprachigkeit und Anpassungsfähigkeit, sowie seine präziseren Korrelationen auf Segmentebene mit menschlichen Bewertungen ab. Für die Evaluation werden drei verschiedene Ansätze

menschlicher Beurteilung verwendet: direkte Bewertung, menschenvermittelte Übersetzungsbearbeitungsrate und multidimensionale Qualitätsmetriken. Dabei verwendet COMET im Gegensatz zu den herkömmlichen Evaluierungsmetriken nicht nur die maschinelle Übersetzung und den Referenztext, sondern auch den Eingabetext in der Ausgangssprache [14]. Weiterführende Informationen zu der Funktionsweise von COMET sind in [14] zu finden.

III. METHODIK

A. Erstellung des Umfrage-Design

Im Rahmen der Erstellung des Frontends des Übersetzers wurde eine Datenerhebung in Form einer Befragung durchgeführt, um das Design an den Anforderungen von potenziellen Nutzer:innen auszurichten.

Mithilfe des Online-Befragungstools *Survio* wurde ein Fragebogen mit acht Fragen erstellt. Dieser enthält offene, geschlossene und gemischte Fragen. Überwiegend handelt es sich jedoch um geschlossene Fragen in Form von Skalen, die eine einfache Auswertung ermöglichen. Eine offene Frage in Form eines Textfeldes am Ende des Fragebogens ermöglichte weitere Anregungen der Teilnehmenden. Der Fragebogen zielte darauf ab, das Design des neuartigen Übersetzers ansprechend und Nutzer:innen freundlich zu gestalten. Er ist thematisch in zwei Bereiche gegliedert. Die ersten drei Fragen des Fragebogens beziehen sich auf die grafische Benutzeroberfläche des zukünftigen Tools. Dazu wurden drei Fragen gestellt, die sich unter anderem auf eine mögliche Akzentfarbe und ein dunkles oder helles Design beziehen. Außerdem wurden die Benutzeroberfläche bestehender Tools betrachtet und bewertet. Auf der anderen Seite wurde durch den Fragebogen auch analysiert, welche Funktionalität eines Übersetzers die Nutzer:innen als hilfreich empfinden. Auch hier wurden Fragen zur Nutzer:innenfreundlichkeit bestehender Tools, zur Notwendigkeit verschiedener Funktionen und zu anderen relevanten Bereichen gestellt. Ziel der Umfrage war es, nicht nur die Benutzeroberfläche, sondern vor allem auch die Nutzer:innenerfahrung zu verbessern.

Die Zielgruppe der Umfrage lag bei Personen, die in ihrer täglichen Arbeit regelmäßig mit Übersetzern zusammenarbeiten. Aus diesem Grund wurde der Fragebogen in verschiedenen Kursen der Dualen Hochschule Stuttgart sowie innerhalb der Robert Bosch GmbH verteilt.

B. Architektur

Für die Umsetzung des Übersetzers wurden verschiedene Module/Komponenten verwendet, welche in Abbildung 1 dargestellt sind.

Bei der ersten Komponente handelt es sich um ein Web-Frontend. Dieses fungiert als Interface und als Eingabeschnittstelle für die Nutzer:innen. Die zweite Komponente ist ein Python Backend, in dem die Verarbeitung der Eingaben und Kommunikation mit den anderen Komponenten stattfindet. Von diesem Backend werden die Eingaben erst an einen Microsoft Azure Server geschickt, auf dem der Cognitive Translation Service läuft. Dieser wurde im Vorfeld dieser Arbeit bereits domänenspezifisch auf die Anforderungen eines Geschäftsbereichs innerhalb der Robert Bosch GmbH trainiert. Bei einem Optimierungswunsch der Nutzer:innen wird es anschließend zusätzlich an das OpenAI-Modul geschickt.

Die Rückgaben werden dann jeweils vom Backend an das Frontend zurückgesendet.

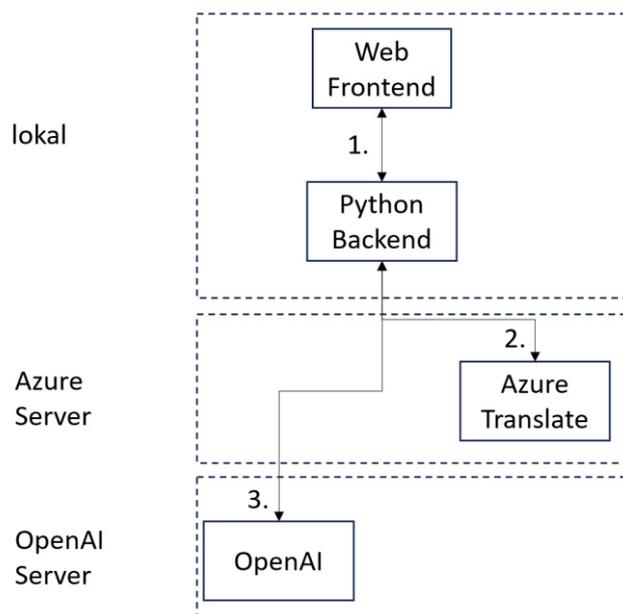


Abbildung 1: Aufbau der Übersetzungspipeline

C. Technologie

Das Frontend basiert auf der Auszeichnungssprache Hypertext Markup Language 5 (HTML5) [16]. Dieses wird mit der Stylesheet-Sprache Cascading Style Sheets (CSS) grafisch angepasst [17]. Dabei wurde das HTML-Framework Bootstrap verwendet, das vorgefertigte HTML-Elemente bietet, welche bereits mit CSS versehen wurden. Damit können einfach ansprechende Web-Interfaces kreiert werden, die den Anforderungen entsprechen [18]. Für die Button-Funktionen zum Übersetzen, Sprachen auswählen und Text kopieren wird die Programmiersprache JavaScript verwendet. Diese ermöglicht es bei bestimmten definierten Events Funktionen durchzuführen [19].

Um zwischen dem Web-Frontend und Python Backend zu kommunizieren ist es notwendig ein Kommunikationsframework zu verwenden. Für diese Arbeit wurde Flask gewählt. Bei Flask handelt es sich um ein Webframework, mit dem es möglich ist, aus dem Frontend einen einfachen http request an das Backend zu senden [20]. Aus dem Frontend wird mit einem POST request die Nutzereingaben, also der zu übersetzende Text, sowie die Ausgangs- und Zielsprache gesendet. Im Backend ist eine entsprechende Methode implementiert, welche den Call des Frontends empfängt und verarbeitet. Von hier werden die Daten anschließend an Microsoft Azure, beziehungsweise an OpenAI geschickt.

Die Schnittstelle zum Microsoft Azure Server läuft über ein Modul zu welchem das Skript mithilfe von Access Tokens Zugang bekommt. Auf dem Microsoft Azure Server läuft der Azure Cognitive Service, welcher die Daten empfängt und eine Übersetzung erstellt. Bei dem Azure Cognitive Service Translator handelt es sich um einen Service von Microsoft, der textbasierte maschinelle Übersetzungen ermöglicht. Er ermöglicht außerdem bestimmte domänenspezifische Beispiele einzuspeisen, welche bei der Übersetzung berücksichtigt werden [21].

Die Schnittstelle zu OpenAI läuft ebenfalls über ein Microsoft Azure Modul. Über die Access Tokens, die in Microsoft Azure hinterlegt sind, kann das Modul angesteuert werden. Dabei wird das Modell ChatGPT4 verwendet, das größer ist als das Modell ChatGPT3.5 und somit bessere Ergebnisse liefert [22]. Die Übergabe der Prompt an die Modelle erfolgt über die Python Library *openai* welche OpenAI als Schnittstelle zur Ansteuerung seiner Modelle zur Verfügung stellt. Um eine Ausgabe des Modells zu erhalten, müssen dem Modell sogenannte *messages* übergeben werden. Diese setzen den Kontext für die Verarbeitung der Eingaben. Für diese Arbeit ist dieser, dass das Modell als Übersetzer fungiert, der bereits übersetzte Texte verfeinert oder verbessert. Zusätzlich wird in den *messages* dann der Prompt mitgegeben, welcher dem Modell den fallspezifischen Kontext seiner Aufgabe vermittelt. Dieser beinhaltet den Originaltext, den bereits vom Azure Cognitive Service Translator übersetzten Text und den Kontext für die Übersetzung. Die *messages* werden über die Schnittstelle an das LLM geschickt. Dabei wird vom Modell ein Output generiert, der anschließend ausgegeben werden kann [23].

D. Evaluierung

Zur Evaluierung wurde die bereits vorgestellte Evaluierungsmetrik COMET herangezogen. Dabei wurden zwei verschiedene Sprachkombinationen gewählt. Für die erste wurden Texte aus der deutschen Sprache in die englische übersetzt und für die zweite englische Texte ins Chinesische. Die erste Kombination wurde gewählt, da es sich um einen der Hauptanwendungsfälle für den Übersetzer handelt. Um eine Sprache mit einem anderen Schriftsystem abzudecken, wurde zusätzlich die chinesische Sprache gewählt, welche im betrieblichen Kontext ebenfalls weit verbreitet ist. Als Validierungsdaten wurden dabei Teile aus dem Datensatz WMT19 verwendet (60 Beispiele für de-en und 30 Beispiele für en-zh). Dieser beinhaltet jeweils einen Satz in der Ausgangssprache und den dazu übersetzten Referenzwert in der Zielsprache. Die Daten stammen von *statmt.org* und werden in vielen wissenschaftlichen Arbeiten als Referenzdatensatz verwendet werden [24].

Für die Evaluierung wurde ein Python Skript erstellt, das auf die COMET Python Library zugreift, welche die Ergebnisse automatisch berechnet und den Durchschnitt der Ergebnisse ausgibt. Dabei wurde das aktuellste Modell wmt22-COMET-da verwendet [25]. Für die Ergebnisse wurden der Azure Cognitive Services Translator, der in dieser Arbeit erstellte Übersetzer und eines der aktuell besten Übersetzungstools DeepL [26] miteinander verglichen. Zusätzlich dazu wurden einzelne Beispielsätze gewählt, die mit bekannten Übersetzern nicht richtig übersetzt werden. Dabei handelt es sich größtenteils um Redewendungen und Sprichwörter der jeweiligen Ausgangssprache. Diese wurden in dieser Ausarbeitung qualitativ bewertet.

IV. ERGEBNISSE

A. Business Model Canvas

Auf Grundlage mehrerer Gespräche mit Expert:innen, dem Betrachten von anderen Übersetzern und der Nutzung von verschiedenen Datenquellen konnte das vorgestellte Business Model Canvas erstellt werden.

Im Bereich der Key Partners konnte auf der einen Seite die Geschäftseinheit Bosch Digital der Robert Bosch GmbH identifiziert werden. Diese stellt und verwaltet den genutzten

Webserver, um die Applikation für jeden zugänglich bereitzustellen. Auf der anderen Seite stehen die Module OpenAI und Azure Cognitive Services Translator der Cloud-Computing-Plattform Microsoft Azure.

Die Key Activities umfassen unter anderem die Entwicklung des Frontends, welchem die Erstellung und Durchführung einer Studie, sowie die Einarbeitung der Richtlinien der Robert Bosch GmbH zugrunde liegen. Das entwickelte Design muss anschließend in HTML und CSS umgesetzt werden. Für das Backend ist die Entwicklung einer Schnittstelle zu dem verwendeten Microsoft Azure OpenAI Modul erforderlich. Außerdem sollte eine laufende Betreuung durchgeführt werden, um eine konstante Nutzung zu gewährleisten.

Für die Entwicklung und Bereitstellung des Übersetzers werden vor allem Entwickler:innen, sowie ihre genutzte Hardware in Form von Laptops als Key Resources benötigt. Außerdem wird eine Plattform für die Veröffentlichung des Übersetzungstools benötigt.

Die Value Proposition des Tools ist es Texte mit Bezug auf die jeweilige Domäne präzise und korrekt zu übersetzen. Dadurch sollen Übersetzungsfehler durch kontextlose und inkorrekte Übersetzungen minimiert werden. Durch ein ansprechendes und einfach zu bedienendes Frontend soll die Nutzung des Tools für alle Nutzer:innen angenehm sein. Dadurch soll die externe Kommunikation in Fremdsprachen erleichtert werden. Auch die interne internationale Kommunikation über fachliche Themen, bei denen der Kontext, sowie fachspezifische Begriffe wichtig sind, sollen verbessert werden. Fehlerhafte, kontextlose oder unpräzise Übersetzungen sollen dadurch nicht mehr zu Missverständnissen führen.

Das Tool zielt drauf ab, ein Customer Segment innerhalb der Abteilungen der Robert Bosch GmbH anzusprechen. Aufgrund der beschriebenen Ziele richtet sich das Tool vor allem an Mitarbeiter:innen aus den Bereichen Marketing, Verkauf und Einkauf. Daneben könnten die Endkund:innen von firmeneigenen Apps eine weitere mögliche Zielgruppe des Tools sein.

Die primäre Zielgruppe soll dabei vor allem über den Kanal des persönlichen Kontaktes im Rahmen verschiedener Meetings oder per E-Mail mit dem Entwicklerteam kommunizieren. Neuigkeiten könnten auch über interne Netzwerke oder Magazine weitergegeben werden. Für mögliche Kund:innen außerhalb der Robert Bosch GmbH könnten verschiedene Zeitschriften oder Social-Media-Kanäle genutzt werden.

Die Beziehung zwischen Nutzer:innen und dem Entwicklerteam soll bei internen Nutzer:innen möglichst persönlich sein, durch Teamrunden oder andere Meetings. Sollte dies nicht immer möglich sein, ist ein schriftlicher Kontakt über E-Mail denkbar. Für interne und externe Nutzer:innen besteht außerdem die Möglichkeit der Kontaktaufnahme über Social-Media-Kanäle oder über einen Feedback-Button, der in das Tool integriert werden kann.

Die Cost Structure gliedert sich in mehrere Bereiche. Zum einen fallen Kosten für die Nutzung der Microsoft Azure Module an. Diese belaufen sich bei dem OpenAI Modul auf 10 € fixe Kosten pro Monat und ungefähr 0,10 € pro verarbeiteter Seite [27]. Die Fixkosten für das Translation Modul belaufen sich auf 10 € pro Monat und jede zu übersetzende Seite kostet ungefähr 0,07 € [28]. Zusätzlich fallen Infrastrukturkosten von monatlich ~900 € an. Für die Betreuung und operative

Kosten des Tools werden weitere ~750 € monatlich einkalkuliert.

Der Revenue Stream wird so abgestimmt, dass das Tool in Totale kostendeckend betrieben wird und keinen Gewinn erzielt, da es sich um ein Unterstützungstool für die interne Arbeit des Unternehmens handelt.

B. Erkenntnisse der UX-Studie

Nach einer Laufzeit von drei Tagen wurde die Studie mit 55 Teilnehmer:innen abgeschlossen und ausgewertet. Die Umfrageergebnisse zeigen, dass die potenziellen Nutzer:innen das Übersetzungstool DeepL (30 %) optisch den Übersetzern Yandex Translate (20 %), Google Übersetzer (18 %), Reverso (18 %) und Promt (14 %) vorziehen. Darüber hinaus finden die meisten Teilnehmenden ein dunkles Design mit der Akzentfarbe Blau am ansprechendsten. Auch im betrieblichen Umfeld wird mit 37 % der Übersetzer DeepL am meisten genutzt. Gründe für diese Präferenz sind vor allem die Übersetzungsqualität mit 39 %, die Handhabung mit 26 % und das Design mit 18 %. Die offene Frage ergab zudem, dass sich die potenziellen Nutzer:innen vor allem eine schnelle Übersetzung wünschen.

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse und unter Berücksichtigung der Anforderungen des Brandguides der Robert Bosch GmbH wurde ein Design mithilfe der kollaborativen Software Figma erstellt. Anschließend wurde das Design in HTML und CSS programmiert und wie in Abbildung 2 zu sehen umgesetzt.

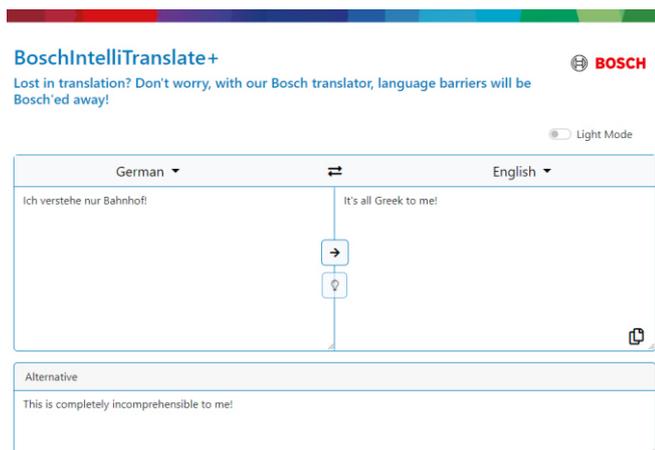


Abbildung 2: Frontend des erstellten Übersetzers

C. Auswertung der Übersetzungsqualität

Das bereits beschriebene Evaluierungsverfahren resultierte in den in Tabelle 1 dargestellten Ergebnissen. Bei der Übersetzung aus der deutschen in die englische Sprache, erreichten sowohl der Azure Cognitive Services Translator, als auch der in dieser Arbeit erstellte Übersetzer bessere Ergebnisse als DeepL. Beide weisen dabei eine ähnlich gute Übersetzungsqualität auf. Bei der Übersetzung aus der englischen in die chinesischen Sprache konnte sich der in dieser Arbeit erstellte Übersetzer von den anderen beiden abheben. Der Azure Cognitive Services Translator war hierbei schlechter als die anderen.

Interessant sind hierbei vor allem einzelne Beispiele, in denen der erstellte Übersetzer eine deutlich bessere Qualität erreichen konnte als die anderen beiden Übersetzer. Das Ergebnis der Evaluierung konnte in einzelnen Beispielen im

Vergleich zum Azure Cognitive Services Translator um bis zu 14 % und im Vergleich zu DeepL um bis zu 12 % gesteigert werden.

Sprache	Übersetzer		
	Azure Cognitive Services Translator	OpenAI Refinement	DeepL
de - en	0,8592	0,8586	0,8524
en - zh	0,8582	0,8635	0,8627

Tabelle 1: Ergebnisse des Evaluierungsverfahrens mit COMET

Der größte Unterschied zwischen den Übersetzern ergibt sich allerdings bei Beispielen, die nicht im Evaluierungsdatensatz inkludiert waren. Es handelt sich dabei um Redewendungen und Sprichwörter, für die keine offiziellen Referenzübersetzungen vorliegen, die zur quantitativen Evaluierung herangezogen werden könnten. Die deutsche Redewendung „Ich verstehe nur Bahnhof“ wird sowohl vom Azure Cognitive Services Translator, als auch von DeepL wörtlich mit „I only understand train station“ übersetzt. Dies gibt jedoch nicht den Inhalt des Ausgangssatzes wieder und kann in der Zielsprache nicht verstanden werden. Der in dieser Arbeit erstellte Übersetzer übersetzt den Satz jedoch mit der korrekten Bedeutung: „It's all Greek to me!“. Damit wird ebenfalls eine englische Redewendung ausgegeben. Der gleiche Sachverhalt liegt bei der deutschen Redewendung „Wir sollten die Kirche im Dorf lassen!“ vor. Der entwickelte Übersetzer gibt die Übersetzung „Let's not get carried away!“ aus, während die anderen beiden Übersetzer erneut die wörtliche Übersetzung „We should leave the church in the village!“ ausgeben.

V. RESÜMEE ODER FAZIT

A. Kritische Betrachtung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der in dieser Arbeit erstellte Übersetzer im Allgemeinen eine ähnliche Übersetzungsqualität erreicht, wie andere auf dem Markt verfügbare Übersetzer. Für einzelne Beispiele und Redewendungen kann sogar eine deutlich Verbesserung der Übersetzungsqualität erreicht werden.

Dabei muss allerdings beachtet werden, dass die quantitative Evaluierung mit jeweils 60 und 30 Beispielen auf einem sehr kleinen Datensatz durchgeführt wurde. Um fundiertere Aussagen über die Qualität treffen zu können, müssten noch mehr Beispiele in den Prozess einbezogen werden. Um einen ersten Anhaltspunkt für die Qualität des Übersetzers zu erhalten, ist die gewählte Stichprobengröße für diese Arbeit jedoch ausreichend.

Das Ziel des erstellten Übersetzers ist allerdings nicht die komplette Ersetzung eines eigenständigen Übersetzers. Er soll hingegen als Ergänzung eines anderen Übersetzers dienen. Für die allgemeine Übersetzung ist der domänenspezifisch trainierte Azure Cognitive Services Translator angebracht. Sollte dabei die Übersetzung nicht zufriedenstellend sein, kann die Antwort mit der Anbindung an OpenAI nachträglich verbessert werden. Für diesen Anwendungsfall eignet sich der erstellte Übersetzer, da dieser darauf optimiert ist unzureichende Übersetzungen zu korrigieren und nicht bereits adäquate Übersetzungen anzupassen.

Ein weiterer zu beachtender Punkt ist, dass die Ausgaben des Übersetzers jedoch nicht immer reproduzierbar sind, da durch die Anbindung an ChatGPT für die gleichen Prompts

unterschiedliche Antworten ausgegeben werden können. Die Übersetzungen variieren somit teilweise für die gleichen Ausgangstexte. Dies kann jedoch auch ein Vorteil sein, da so bei Unzufriedenheit mit der Übersetzung erneut eine Alternative ausgegeben werden kann.

Bei der Verfeinerung mit der Anbindung an OpenAI könnte jedoch das domänenspezifische Übersetzen des darauf trainierten Azure Cognitive Services Translators verloren gehen, da ChatGPT dieses domänenspezifische Training nicht erhalten hat.

Zuletzt ist zu vermerken, dass es sich bei dem erstellten Übersetzer um einen Prototypen handelt, der nur lokal ausgeführt werden kann. Dieser hat als Ziel zu zeigen, dass der gewählte Ansatz funktioniert, was durch diese Arbeit als erfüllt bezeichnet werden kann.

B. Ausblick

Abschließend lässt sich feststellen, dass diese Ausarbeitung eine gute Grundlage für weiterführende Arbeiten bietet. In dieser Arbeit wurde bereits eine grundsätzliche Evaluierung mithilfe von COMET durchgeführt. Um aber eine wirklich fundierte Aussage treffen zu können, wäre eine umfangreichere Analyse mit mehr Sprachen notwendig. Ein möglicher Punkt zur Verbesserung des Übersetzers, wäre die weitere Optimierung der Prompts. Zwar wurden für diese Arbeit einige verschiedene Prompts ausprobiert, allerdings gibt es hier besonders auch mit der Weiterentwicklung der LLMs ein großes Potenzial für Verbesserungen. Des Weiteren kann der Funktionsumfang des Übersetzers auch nach erstem Feedback von Nutzer:innen angepasst werden. Eine denkbare Erweiterung wäre hier eine Verlaufsfunktion für die letzten Übersetzungen einzuführen. Außerdem könnte nach weiterem Testen der Sprachumfang erweitert werden. Zudem sollte der Übersetzer langfristig auf einen Webserver überführt werden, auf den unternehmensweit zugegriffen werden kann. So könnten alle Mitarbeiter:innen den Übersetzer nutzen.

DANKSAGUNG

Wir möchten uns herzlich bei unseren Betreuern Daly Singh und Jeremy Teichmann für die wertvolle Unterstützung bei der Erarbeitung des Themas mit konstruktiver Kritik und hilfreichen Anregungen bedanken. Ebenfalls möchten wir uns bei allen Teilnehmer:innen unserer UX-Studie für ihre aufgewendete Zeit bedanken, ohne die eine Umsetzung der Studie nicht möglich gewesen wäre.

LITERATUR

- [1] Europäische Kommission, Übersetzern und Dolmetschen: mit Sprachen arbeiten, Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2014.
- [2] DeepL, „Warum DeepL?“, DeepL, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.deepl.com/de/whydeepl>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [3] P. Menon, „Introduction to Large Language Models and the Transformer Architecture“, Medium, 9 März 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://pradeepmenon.medium.com/introduction-to-large-language-models-and-the-transformer-architecture-534408ed7e61>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [4] N. Upadhyay, „Business Models“, in UnBlock the Blockchain, N. Upadhyay, Hg., Singapore: Springer Singapore, 2019, S. 35–46.
- [5] G. Stampfl, The Process of Business Model Innovation: An Empirical Exploration. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4186490>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [6] J. Jonker und N. E. D. Faber, Organizing for sustainability: A guide to developing new business models. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2021.
- [7] A. Osterwalder und Y. Pigneur, Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.
- [8] A. Osterwalder, Y. Pigneur, G. Bernarda, A. Smith und P. Papadacos, Value proposition design: How to create products and services customers want. Get started with (Strategyzer series). Hoboken, NJ: Wiley, 2014.
- [9] E. Steiner und M. Benesch, Der Fragebogen: von der Forschungsfrage zur SPSS-Auswertung, 4 Hrg., Bd. UTB Schlüsselkompetenzen, Wien: Facultas, 2015, pp. 48–57.
- [10] J. Bortz und N. Döring, Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler ; mit 87 Tabellen, Heidelberg: Springer-Medizin-Verl, 2006.
- [11] T. Taulli, Generative AI, 1 Hrg., Berlin, Germany: Apress, 2023.
- [12] N. Beaudoin, „Large Language Models 101“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/eviden-data-science-community/large-language-models-101-a64847e17a3f>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [13] A. Zimmerman, „A Ghostwriter for the Masses: ChatGPT and the Future of Writing“, Annals of Surgical Oncology, Bd. 30, p. 3170–3173, April 2023.
- [14] R. Rei, C. Stewart, A. C. Farinha und L. Alon, „COMET: A Neural Framework for MT Evaluation“, 2020.
- [15] S. Chintala, „PyTorch“, PyTorch, 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://pytorch.org/tutorials/beginner/deep_learning_60min_bltz.html#what-is-pytorch. [Zugriff am 11 07 2023].
- [16] WHATWG, „HTML“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://html.spec.whatwg.org/multipage/introduction.html>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [17] W3C, „Cascading Style Sheets home page“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [18] Bootstrap, „Build fast, responsive sites with Bootstrap“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://getbootstrap.com/>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [19] Ecma International, „ECMA-262, 13th edition, June 2022 ECMA Script® 2022 Language Specification“, 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://262.ecma-international.org/13.0/>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [20] Flask, „Flask“, Flask, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/>. [Zugriff am 11 07 07].
- [21] Microsoft, „Dokumentation zum Azure Cognitive Services Translator“, Microsoft, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://learn.microsoft.com/de-de/azure/cognitive-services/translator/>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [22] OpenAI, „GPT-4 is OpenAI’s most advanced system, producing safer and more useful responses“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://openai.com/gpt-4>. [Zugriff am 12 07 2023].
- [23] OpenAI, „Libraries“, Libraries, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://platform.openai.com/docs/libraries>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [24] Statmt, „ACL 2019 FOURTH CONFERENCE ON MACHINE TRANSLATION (WMT19)“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.statmt.org/wmt19/>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [25] Unbabel, „Unbabel / COMET“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/Unbabel/COMET>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [26] DeepL, „DeepL“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.deepl.com/translator>. [Zugriff am 11 07 2023].
- [27] Azure, „Azure OpenAI-Dienst – Preise“, Microsoft Azure, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://azure.microsoft.com/de-de/pricing/details/cognitive-services/openai-service/>. [Zugriff am 12 07 2023].
- [28] Azure, „Übersetzer – Preise“, Microsoft Azure, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://azure.microsoft.com/de-de/pricing/details/cognitive-services/translator/>. [Zugriff am 12 07 2023].

